

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2001年11月22日 (22.11.2001)

PCT

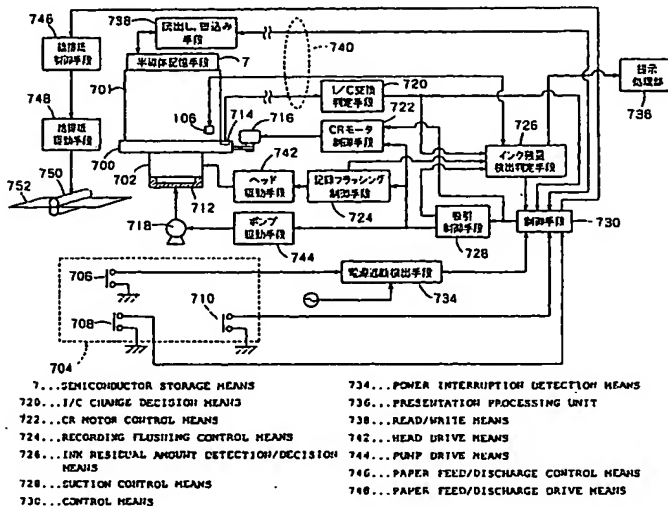
(10) 国際公開番号  
WO 01/87627 A1

- (51) 国際特許分類: B41J 2/175 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION) [JP/JP]; 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/04130
- (22) 国際出願日: 2001年5月17日 (17.05.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 塚田憲児 (TSUKADA, Kenji) [JP/JP]; 金谷宗秀 (KANAYA, Munehide) [JP/JP]; 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano (JP).
- 特願2000-146983 2000年5月18日 (18.05.2000) JP (74) 代理人: 吉武賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- 特願2000-146985 2000年5月18日 (18.05.2000) JP
- 特願2000-146986 2000年5月18日 (18.05.2000) JP
- 特願2000-187918 2000年6月22日 (22.06.2000) JP (81) 指定国 (国内): JP, US.

[続葉有]

(54) Title: INK CONSUMPTION DETECTING METHOD, AND INK JET RECORDING APPARATUS

(54) 発明の名称: インク消費状態検出方法及びインクジェット記録装置



(57) Abstract: A method for detecting the consumption of ink by using a piezoelectric device which is mounted on an ink cartridge mounted on an ink jet recording apparatus having a recording head for injecting ink droplets, to detect the consumption of the ink in the ink cartridge. When the recording head is not in the recording state, the consumption of the ink is detected by using the piezoelectric device. The ink residual amount can be reliably detected without any complicated sealing structure.

(57) 要約:

インク滴を吐出する記録ヘッドを有するインクジェット記録装置に搭載されるインクカートリッジに装着され、インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出する圧電装置を用いてインクの消費状態を検出する方法であって、記録ヘッドの非記録状態の時に、圧電装置を用いてインクの消費状態を検出する。複雑なシール構造を要することなく、インク残量を確実に検出することができる。

WO 01/87627 A1

BEST AVAILABLE COPY



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

## インク消費状態検出方法及びインクジェット記録装置

## 技術分野

本発明は、インクジェット記録装置のインク容器内のインクの消費状態を検出するための方法及びこの方法が適用されるインクジェット記録装置に関する。

## 背景技術

本発明が適用されるインク容器として、インクジェット記録装置に着脱自在に装着されるインクカートリッジを例にとって説明する。一般にインクジェット記録装置には、圧力発生室を加圧する圧力発生手段と、加圧されたインクをノズル開口からインク滴として吐出するノズル開口とを備えたインクジェット式の記録ヘッドが搭載されたキャリッジと、流路を介して記録ヘッドに供給されるインクを収容するインク容器とを備えており、連続印刷が可能なように構成されている。インク容器はインクが消費された時点で、ユーザが簡単に交換できるように、記録装置に対して着脱可能なカートリッジとして構成されているものが一般的である。

従来、インクカートリッジのインク消費の管理方法として、記録ヘッドによって吐出されるインク滴のカウント数と、記録ヘッドのメンテナンス工程で吸引されたインク量とをソフトウェアにより積算し、計算上でインク消費を管理する方法や、インクカートリッジに直接液面検出用の電極を2本取付けることによって、実際にインクが所定量消費された時点を検出することでインク消費を管理する方法などが知られていた。

しかしながら、ソフトウェアによりインク滴の吐出数や吸引されたインク量を積算してインク消費を計算上で管理する方法は、使用環境により、例えば使用室内の温度や湿度の高低、インクカートリッジの開封後の経過時間、ユーザサイドでの使用頻度の違いなどによって、インクカートリッジ内の圧力やインクの粘度が変化してしまい、計算上のインク消費量と実際の消費量との間に無視できない

誤差が生じてしまう場合があった。この場合には、実際にはインクが無いにもかかわらずインク有りと算出してインク終了の検出が遅れたり、逆に、実際にはインクがまだ十分にあるにもかかわらずインク終了と算出してインクを無駄にしようという問題があった。さらに、計算上のインク消費量と実際のインク消費量との間に差が生じていてもこれを途中で補正することが難しいという問題もあった。また、使用環境によるインク特性の変化等を以後のインク消費状態の計測にフィードバックさせることが難しいという問題もあった。また、同一カートリッジを一旦取外し、再度装着した場合には積算されたカウント値は一旦リセットされてしまうので、実際のインク残量がまったくわからなくなってしまうという問題もあった。

一方、電極によりインクが消費された時点を管理する方法は、インク消費のある一点の実量を検出できるため、インク残量を高い信頼性で管理できる。しかしながら、インクの液面を検出するためにインクは導電性でなくてはならず、よって使用されるインクの種類が限定されてしまう。また、電極とインクカートリッジとの間の液密構造が複雑化するという問題がある。さらに、電極の材料として、通常は導電性が良く耐腐食性も高い貴金属を使用するので、インクカートリッジの製造コストがかさむという問題もあった。さらに、2本の電極をそれぞれインクカートリッジの別な場所に装着する必要があるため、製造工程が多くなり結果として製造コストがかさんでしまうという問題もあった。

更に、従来のインクカートリッジのインク消費を管理する方法は、記録ヘッドが記録動作中であってもインク消費を検出するので、インク消費状態の検出のためにインクカートリッジ記録装置の中央処理装置(CPU)が使用され、CPUが記録のために使用できる時間が減少し、記録速度が低下した。また、キャリッジに装着され、キャリッジと共に移動する形式のオンキャリッジインクカートリッジの場合、インク消費状態を記録ヘッドの記録時に検出すると、インクカートリッジ自体及びインクカートリッジ内のインクが揺れてインク消費状態を正確に検出することができなかった。

また、インクカートリッジにインクカートリッジ内のインク残量を検出するセンサが取り付けられている場合には、インクカートリッジ内のインクが消費され



尽くされると、センサはインクカートリッジ内にインクが無いことを検出する。

しかし、センサがインクカートリッジ内にインクが無いことを検出した場合でもインクカートリッジ内に多少のインクが残っている場合がある。例えばインクカートリッジ内の溝や穴等の形状が複雑な箇所にインクが溜まっていたり、固まっていたりすることがある。また、アクチュエータ近傍に気泡が付着した場合や、センサがインクカートリッジの底面から多少上の位置に取り付けられていた場合、センサの装着位置よりインクの液面が下にあるとセンサはインク無しを検出する。上記の場合、ユーザはインクカートリッジ内に残されたインクを有効に利用できない。

さらに、従来のインクカートリッジのインクの管理方法では、インクの消費状態の計測を常時行っていることが多く、不必要な計測が多かった。また、インクの残量が少なくても多くても一律な計測間隔でインク残量の計測を行っているため、計測間隔が長いと適切なタイミングでインク終了を検出する機会を逃すという問題があった。

また、キャリッジの移動時及び移動直後は、インクカートリッジ内でインクが安静状態にないことが多い。特にインク残量が少量であるとインクが波打ってしまう。このようにインクカートリッジ内でインクが波打ってしまうと、インク消費状態の計測を行う時にインクが計測部材に接触したりしなかったりする。従って、インク残量がまだあるにも係わらずインク終了と誤検出したり、インク残量が終了間近にも係わらずインク有りとして誤検出してしまいう問題もあった。

本発明は、上述した事情を鑑みてなされたものであり、インクの残量を正確に検出でき、かつ複雑なシール構造を不要としたインク消費状態検出方法及びインクジェット記録装置を提供することを目的とする。本発明の更に他の目的は、記録速度を低下させずにインクの消費状態を正確に検出できるインク消費状態検出方法及びインクジェット記録装置を提供することである。

また、本発明は、インクカートリッジ内に残されたインクを有効に利用できるようにするためのインクの消費状態の検出方法及びインクジェット記録装置を提供する。

また、本発明は、効率的にインクの消費状態の計測を行い、またインク残量が

少なくとも誤検出なく適切にインクの消費状態を計測できるインク消費状態検出方法及びインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

本発明は、インク滴を吐出する記録ヘッドを有するインクジェット記録装置に搭載されるインク容器内のインクの消費状態を検出する方法であって、前記記録ヘッドの非記録状態の時に、圧電素子を有する圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出することを特徴とする。

また、好ましくは、前記記録ヘッドを清掃する保守動作中に、前記圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記記録ヘッドからインクが吐出される記録媒体を前記記録装置に供給し又は排出する動作中に、前記圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記記録装置の電源投入時に、前記圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記記録装置の電源が切断されてから、前記記録装置が停止するまでの間に、前記圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記インク容器は、前記記録ヘッドを往復移動させるキャリッジに着脱自在に搭載されたインクカートリッジであり、前記キャリッジの移動が停止している間に前記圧電装置を用いて前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記キャリッジの移動が停止してから所定の時間が経過した後、前記圧電装置を用いて前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記圧電装置は、音響インピーダンスの変化を検出することによって前記インク容器内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記圧電装置の前記圧電素子は振動部を有し、前記圧電装置は、前記振動部に残留する残留振動によって発生する逆起電力に基づいて前記

音響インピーダンスの変化を検出することによって、前記インク容器内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記圧電装置が検出した前記インク容器内のインクの消費状態の情報を、前記インク容器に装着された記憶手段に格納し、前記記憶手段に格納されたインクの消費状態の情報を読み出し、読み出したインクの消費状態の情報に基づいて、前記インク容器内のインクの消費状態の検出を実行するか否かを判断する。

また、好ましくは、前記インク容器は、前記記録ヘッドを往復移動させるキャリッジに着脱自在に搭載されたインクカートリッジであり、前記記録ヘッドの非記録状態の時に、前記圧電装置によって前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出する消費状態検出ステップと、前記消費状態検出ステップによって前記インクカートリッジ内にインクが無いと検出された後に、前記圧電装置によって前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を再度検出する再確認ステップと、有する。

また、好ましくは、前記再確認ステップが、前記消費状態検出ステップによって前記インクカートリッジ内にインクが無いと検出された後に、前記キャリッジを移動するキャリッジ移動ステップと、前記圧電装置によって前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を所定のタイミングで再度検出する消費状態再検出ステップと、を有する。

また、好ましくは、前記キャリッジ移動ステップが、記録動作時に前記キャリッジを移動させる速度より速い速度で前記キャリッジを移動させる。

また、好ましくは、前記キャリッジ移動ステップが、前記キャリッジを移動させる間に前記インクカートリッジに衝撃を与える。

また、好ましくは、前記キャリッジ移動ステップが終了して所定時間が経過した後で前記消費状態再検出ステップを実行する。

また、好ましくは、前記キャリッジ移動ステップが前記キャリッジを移動中に前記消費状態再検出ステップを実行する。

また、好ましくは、前記キャリッジ移動ステップが前記キャリッジを往復移動させ、前記消費状態再検出ステップが、前記キャリッジが往路から復路へほぼ折

り返して移動する時にインクの消費状態を再度検出する。

また、好ましくは、前記キャリッジ移動ステップが前記キャリッジを往復移動させ、前記消費状態再検出ステップが、前記キャリッジが往路を移動し終わり、復路の移動を開始した直後に前記インクの消費状態を再度検出する。

また、好ましくは、前記キャリッジ移動ステップが前記キャリッジを移動中に前記再確認ステップを複数回実行し、前記再確認ステップの検出結果に基づいて前記インクカートリッジ内のインクの有無を判定する。

また、好ましくは、前記再確認ステップを複数回実行し、前記消費状態再検出ステップにおいて所定の回数以上インクが有ると検出された場合、前記インクカートリッジ内にインクが有ると判定する。

また、好ましくは、前記再確認ステップを複数回実行し、前記消費状態再検出ステップの計測結果の平均値に基づいて前記インクカートリッジ内のインクの有無を判定する。

また、好ましくは、前記インクジェット記録装置の動作履歴に基づいてインクの消費状態の計測タイミングを制御する。

また、好ましくは、前記インクジェット記録装置の動作の累積に応じて計測頻度を高くする。

また、好ましくは、前記動作の累積が、前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジの累積駆動時間である。

また、好ましくは、前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジが最後に移動した時点から所定時間が経過した後にインク消費状態の計測タイミングがきたら、直ちに計測を行う。

また、好ましくは、前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジが最後に移動した時点から所定時間が経過する前にインク消費状態の計測タイミングがきたら、前記所定時間経過後直ちに計測を行う。

また、好ましくは、前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジが最後に移動した時点から所定時間が経過した後にインク消費状態の計測タイミングがきたら、計測間隔を短縮する。

また、好ましくは、前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジが最後に移動した

時点から所定時間が経過する前にインク消費状態の計測タイミングがきたら、計測間隔を増加する。

また、好ましくは、前記動作の累積が、前記記録ヘッドの累積駆動時間である。

また、好ましくは、前記動作の累積が、インク消費状態の計測回数である。

また、好ましくは、前記インクジェット記録装置又は前記インク容器に備えられる履歴メモリが、前記インクジェット記録装置の動作の累積時間又は累積計測回数の少なくとも一方を記憶する。

また、好ましくは、前記履歴メモリは、さらに前記圧電装置を用いた過去の計測履歴を記憶する。

また、好ましくは、前記圧電装置は、前記圧電素子から成る振動部を有し、前記振動部の残留振動によって発生する逆起電力の波形の周期的ピーク値を所定時点から所定個数分計測することで前記インク容器内のインクの消費状態を検出し、以後のインクの消費状態の検出においては、前記所定個数よりも多くの前記周期的ピーク値を計測してインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記インク容器内のインクの消費状態の検出回数が多くなるのに応じて、前記逆起電力の波形の周期的ピーク値の所定時点からの所定個数を多く計測してインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記インクジェット記録装置又は前記インク容器は記憶メモリを有し、前記記憶メモリが前記圧電装置のインクの消費状態の計測履歴を記憶する。

また、好ましくは、前記インク容器は、前記インクジェット記録装置に着脱自在に搭載されるインクカートリッジである。

また、好ましくは、前記インクジェット記録装置で使用されたインク消費量を積算することによって前記インク容器内のインクの消費状態を算出する消費状態算出処理をさらに有し、前記圧電装置は、前記圧電素子の設置位置である計測位置レベルを前記インク容器内のインクの液面が通過したか否かを検出してインクの消費状態を検出するものであり、前記消費状態算出処理によって前記インク容器内のインクの消費状態を監視し、前記インク容器内のインクの液面が前記計測位置レベルに近づいたとを判断した後に、前記圧電装置によって前記インク容器内

のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記消費状態算出処理によって算出された前記インク容器内のインク消費状態の計算結果情報と前記圧電装置によって計測された前記インク容器内のインク消費状態の計測結果情報とのいずれか一方の情報から前記インク容器内のインク液面レベルを検出する。

また、好ましくは、前記インク液面レベルでのインク残量が所定インク残量になると、前記インクジェット記録装置が前記所定インク残量に応じた周辺動作を行う。

また、好ましくは、前記所定インク残量がインク終了として設定されたインク残量であり、前記インク終了を検出すると前記インクジェット記録装置は低インク処理動作を行う。

また、好ましくは、前記消費状態算出処理によって算出されたインク残量が前記計測位置レベル近傍の量になるまでは、前記圧電装置によるインク消費状態の計測を行わない。

また、好ましくは、前記消費状態算出処理によって算出されるインク残量が前記計測位置レベル近傍の量になるまでは、前記圧電装置によるインク消費状態の計測頻度を低くする。

また、好ましくは、前記消費状態算出処理によって算出されるインク残量が前記計測位置レベル近傍の量になった後は、前記圧電装置によるインク消費状態の計測頻度を高くする。

また、好ましくは、前記インクジェット記録装置で使用されたインク消費量を積算することによって前記インク容器内のインクの消費状態を算出する消費状態算出処理をさらに有し、前記消費状態算出処理と前記圧電装置によるインク消費状態の検出処理とが併用され、前記圧電装置は、前記圧電素子の設置位置である計測位置レベルを前記インク容器内のインクの液面が通過したか否かを検出してインクの消費状態を検出し、前記圧電装置によって液面通過が検出された後は、前記圧電装置によるインク消費状態の複数の計測結果の平均からインク終了か否かの判定を行う。

また、好ましくは、前記圧電装置によって1度目の液面通過が計測されるまで

は、前記圧電装置の計測頻度を低くする。

本発明によるインクジェット記録装置は、インク滴を吐出する記録ヘッドと、前記記録ヘッドにインクを供給するインクカートリッジと、前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出する圧電装置と、前記記録ヘッドの非記録状態の時に前記圧電装置がインクの消費状態を検出するように制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする。

また、好ましくは、前記圧電装置は、音響インピーダンスの変化を検出することによって前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記圧電装置は、圧電素子から成る振動部を有し、前記振動部に残留する残留振動によって発生する逆起電力に基づいて、前記音響インピーダンスの変化を検出することによって、前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出する。

また、好ましくは、前記圧電装置が検出した前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を格納する記憶手段を更に備える。

また、好ましくは、前記記憶手段が前記インクカートリッジに装着されている。

また、好ましくは、前記圧電装置は、前記インクカートリッジに装着された圧電素子を有する。

また、好ましくは、前記記録ヘッドと前記インクカートリッジとを搭載して移動するキャリッジをさらに有し、前記制御手段は、前記記録ヘッドの非記録状態の時に前記圧電装置が前記インクカートリッジ内にインクが無いと検出した後に、前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を再度検出するように前記圧電装置を制御する。

また、好ましくは、前記制御手段が、前記圧電装置が前記インクカートリッジ内にインクが無いと検出した後に前記キャリッジを移動させて、前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を所定のタイミングで再度検出するように前記圧電装置を制御する。

また、好ましくは、前記キャリッジが移動する間に前記インクカートリッジに衝撃を与える衝撃手段を更に備える。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、単色、例えばブラックインク用のインクカートリッジの一例を示す図である。

図 2 は、複数種類のインクを収容するインクカートリッジの一例を示す図である。

図 3 は、図 1 及び 2 に示したインクカートリッジに適したインクジェット記録装置の一例を示す図である。

図 4 は、サブタンクユニット 33 の詳細な断面を示す図である。

図 5 は、モジュール体 100 を示す斜視図である。

図 6 は、モジュール体 100 の他の例を示す図である。

図 7 は、図 5 に示したモジュール体 100 をインク容器 1 に装着した断面の例を示す図である。

図 8 A、図 8 B、図 8 C は、インクカートリッジ 180 の更に他の例を示す図である。

図 9 A、図 9 B、図 9 C は、圧電装置の一例であるアクチュエータ 106 の詳細を示す図である。

図 10 は、アクチュエータ 106 の断面及びアクチュエータ 106 の振動部およびキャビティ 162 の等価回路を示す図である。

図 11 A、図 11 B は、インク容器内のインクの量及び密度とインクおよび振動部の共振周波数  $f_s$  との関係を示すグラフである。

図 12 A、図 12 B は、アクチュエータ 106 を振動させた後の、アクチュエータ 106 の残留振動の波形と残留振動の測定方法とを示す図である。

図 13 は、本発明の一実施形態によるインクジェット記録装置の制御機構を示すブロック図である。

図 14 は、記録装置の電源投入時における処理の流れを示す図である。

図 15 は、印刷時に制御手段 730 が行う処理 (S130) の流れを示す図である。

図 16 は、記録ヘッド保守時の処理の流れを示す図である。

図 17 は、記録用紙 752 の給排紙時に制御手段 730 が行う処理の流れを示す



す図である。

図18は、電源オフ時において制御手段730が行う処理の流れを示す図である。

図19は、電源オフ時に制御手段730が行う処理の流れの他の例を示す図である。

図20は、本発明の一実施形態によるインクジェット記録装置の制御機構を示すブロック図である。

図21は、図1に示したインクカートリッジ及びインクジェット記録装置の具体的な例を示す図である。

図22は、アクチュエータ106を先端に設置したモジュール体100をインクカートリッジ180に装着したときのインク容器の底部近傍の断面図である。

図23A、図23Bは、アクチュエータ106がインクなしを検出したときに、キャリッジ700の移動によってインクカートリッジ180を移動させてアクチュエータ106によりインク消費状態を再検出する動作を示す図である。

図24は、本発明の一実施形態によるインク消費状態検出方法の検出手順を示す図である。

図25は、本発明の一実施形態によるインク消費状態検出方法で使用する制御システムの構成を示す概念図である。

図26は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、インクジェット記録装置の累積駆動時間に基づいて処理する流れを示す図である。

図27は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、インクジェット記録装置の累積駆動時間に基づいて処理する別の流れを示す図である。

図28は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、インク消費状態計測回数に基づいて処理する流れを示す図である。

図29は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、インク消費状態計測回数に基づいて処理する別の流れを示す図である。

図30は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、キャリッジの累積駆動時間に基づいて処理する流れを示す図である。

図31は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、キャリッジの累積駆

動時間に基づいて処理する流れの別の例を示す図である。

図3-2は、本発明の一実施形態によるインク消費状態検出方法で使用される制御システムの構成を示す概念図である。

図3-3は、本発明の一実施形態によるインク消費状態検出方法の処理の流れの一例を示す図である。

図3-4は、本発明の一実施形態によるインク消費状態検出方法の処理の別の処理の流れを示す図である。

図3-5は、本発明の一実施形態によるインク消費状態検出方法の処理のさらに別の処理の流れを示す図である。

図3-6は、本発明の一実施形態に係るインク残量が計測位置レベル近傍の量を経過した後の別の処理の流れを示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を通じて本発明を詳細に説明する。以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

本発明において用いられる圧電装置のインク検出方法の基本的概念は、振動現象を利用することで、インク容器内の液体（インク）の状態（インク容器内の液体の有無、液体の量、液体の液位、液体の種類、液体の組成を含む）を検出することである。具体的な振動現象を利用したインク容器内の液体の状態の検出としてはいくつかの方法が考えられる。例えば弾性波発生手段がインク容器の内部に対して弾性波を発生し、液面あるいは対向する壁によって反射する反射波を受波することで、インク容器内の媒体およびその状態の変化を検出する方法がある。また、これとは別に、振動する物体の振動特性から音響インピーダンスの変化を検出する方法もある。音響インピーダンスの変化を利用する方法としては、圧電素子を有する圧電装置（アクチュエータ）の振動部を振動させ、その後に振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を測定することによって、共振周波数または逆起電力波形の振幅を検出することで音響インピーダンスの変化を検出する方法や、測定機、例えば伝送回路等のインピーダンスアナライザによって液

体のインピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定し、電流値や電圧値の変化または、振動を液体に与えたときの電流値や電圧値の周波数による変化を測定する方法がある。

本実施形態でインクカートリッジ内のインク消費状態の計測をする圧電装置がインクカートリッジにどのように取り付けられるかについて以下で説明する。

図1～図4は、圧電装置を「弾性波発生手段」として使用してインク消費状態の計測を行うインクカートリッジの例を示し、図5～図8Cは圧電装置を「アクチュエータ」として使用してインク消費状態の計測を行うインクカートリッジの例を示す。なお、以下ではインクカートリッジのインク消費状態の計測を例にとって説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、インク容器内のインクの消費状態の計測一般に用いることができる。

図1は、本発明が適用される単色、例えばブラックインク用のインクカートリッジの一例を示した断面図である。図1のインクカートリッジは、上記に説明した方法のうちの、弾性波の反射波を受信してインク容器内の液面の位置や液体（インク）の有無を検出する方法に基づいている。弾性波を発生した受信する手段として弾性波発生手段3を用いる。インクを収容する容器1には、記録装置のインク供給針に接合するインク供給口2が設けられている。容器1の底面1aの外側には、弾性波発生手段3が容器1を介して内部のインクに弾性波を伝達できるように取付けられている。インクKがほぼ消費されつくした段階、つまりインクニアエンドとなった時点で、弾性波の伝達がインクから気体へと変更するべく、弾性波発生手段3はインク供給口2よりも若干上方の位置に設けられている。なお、受信手段を別に設けて、弾性波発生手段3を単に発生手段として用いても良い。

インク供給口2にはパッキン4及び弁体6が設けられている。図3に示すように、パッキン4は記録ヘッド31に連通するインク供給針32と液密に係合する。弁体6は、バネ5によってパッキン4に対して常時弾接されている。インク供給針32が挿入されると、弁体6はインク供給針32に押されてインク流路を開放し、容器1内のインクがインク供給口2およびインク供給針32を介して記録ヘッド31へ供給される。容器1の上壁の上には、インクカートリッジ内のインク

に関する情報を格納した半導体記憶手段7が装着されている。

図2は、複数種類のインクを収容するインクカートリッジの一例を示す裏側から見た斜視図である。容器8は、隔壁により3つのインク室9、10及び11に分割される。それぞれのインク室には、インク供給口12、13及び14が形成されている。それぞれのインク室9、10及び11の底面8aには、弾性波発生手段15、16および17が、容器8を介して各インク室内に収容されているインクに弾性波を伝達できるように取付けられている。

図3は、図1及び2に示したインクカートリッジに適したインクジェット記録装置の要部を示す断面図である。記録用紙の幅方向に往復動可能なキャリッジ30は、サブタンクユニット33を備えていて、記録ヘッド31がサブタンクユニット33の下面に設けられている。また、インク供給針32はサブタンクユニット33のインクカートリッジ搭載面側に設けられている。

図4は、サブタンクユニット33の詳細を示す断面図である。サブタンクユニット33は、インク供給針32、インク室34、膜弁36、及びフィルタ37を有する。インク室34内には、インクカートリッジからインク供給針32を介して供給されるインクが収容される。膜弁36は、インク室34とインク供給路35との間の圧力差により開閉するよう設計されている。インク供給路35は記録ヘッド31に連通しており、インクが記録ヘッド31まで供給される構造となっている。

図3に示すように、インクカートリッジ1のインク供給口2をサブタンク33のインク供給針32に挿通すると、弁体6がバネ5に抗して後退し、インク流路が形成され、インクカートリッジ1内のインクがインク室34に流れ込む。インク室34にインクが充填された段階で、記録ヘッド31のノズル開口に負圧を作動させて記録ヘッド31にインクを充填した後、記録動作を実行する。

記録動作により記録ヘッド31においてインクが消費されると、膜弁36の下流側の圧力が低下するので、図4に示すように、膜弁36が弁体38から離れて開弁する。膜弁36が開くことにより、インク収容室34のインクはインク供給路35を介して記録ヘッド31に流れこむ。記録ヘッド31へのインクの流入に伴って、インクカートリッジ1のインクは、インク供給針32を介してサブタ

ンク 3 3 に流れ込む。

記録装置の動作期間中には、一定周期で弾性波発生手段 3 に駆動信号が供給される。弾性波発生手段 3 により発生された弾性波は、カートリッジの底面 1 a を伝搬してインクに伝達され、インクを伝搬する。

弾性波発生手段 3 を容器 1 に貼着することにより、インクカートリッジ自体に残量検出機能を付与することができる。本発明によれば、容器 1 の成形時における液面検出用の電極の埋め込みが不要となるので、射出成形工程が簡素化され、電極埋めこみ領域からの液漏れがなくなり、インクカートリッジの信頼性が向上できる。

以上が圧電装置の一形態である「弾性波発生手段」を用いて、インクカートリッジのインク消費状態を計測する例である。

次に、圧電装置の別の形態である「アクチュエータ」を用いて、インクカートリッジのインク消費状態を計測する例を説明する。アクチュエータを使用するにあたり、インクカートリッジへの取り付け及び取り外しを容易にするため、「モジュール体」等の取付構造体を使用することが好ましい。

なお、上記「モジュール体」は、アクチュエータを取り付けるのに限定されず他の圧電装置を取り付けるのに用いてもよい。以下では、アクチュエータのインクカートリッジへの装着を容易にするモジュール体について説明する。

図 5 は、アクチュエータ 106 を取り付けモジュール体 100 として一体形成した構成を示す斜視図である。モジュール体 100 はインクカートリッジの容器 1 の所定個所に装着される。モジュール体 100 は、インク液中の少なくとも音響インピーダンスの変化を検出することにより、容器 1 内の液体の消費状態を検出するように構成されている。本実施形態のモジュール体 100 は、平面がほぼ矩形の基台 102 上に駆動信号により発振するアクチュエータ 106 を収容した円柱部 116 を載せた構造となっている。モジュール体 100 が、インクカートリッジに装着されたときに、モジュール体 100 のアクチュエータ 106 が外部から接触できないように構成されているので、アクチュエータ 106 を外部の接触から保護することができる。なお、円柱部 116 の先端側エッジは丸みが付けられていて、インクカートリッジに形成された孔へ装着する際に嵌めやすくなっ

ている。

図6は、モジュール体400の他の実施形態を示す斜視図である。本実施形態のモジュール体400は、平面がほぼ角丸の正方形上の基台402上に円柱状の台403を載せ、更に円柱状の台403上に立てられた板状要素406の側面にアクチュエータ106を配置して形成されている。板状要素406のアクチュエータ106を取り付ける方の面に凹部413が形成されている。なお、板状要素406の先端は所定角度に面取りされていて、インクカートリッジに形成された孔へ装着する際に嵌めやすくなっている。

図7は、図5に示したモジュール体100をインク容器1に装着したときのインク容器の底部近傍の断面図である。モジュール体100は、インク容器1の側壁を貫通するように装着されている。インク容器1の側壁とモジュール体100との接合面には、Oリング365が設けられ、モジュール体100とインク容器1との液密を保っている。Oリングでシールが出来るようにモジュール体100は円筒部を備えることが好ましい。モジュール体100の先端がインク容器1の内部に挿入されることで、プレート110の貫通孔112を介してインク容器1内のインクがアクチュエータ106と接触する。アクチュエータ106の振動部の周囲が液体か気体かによってアクチュエータ106の残留振動の共振周波数が異なるので、モジュール体100を用いてインクの消費状態を検出することができる。また、モジュール体100に限らず、図6に示したモジュール体400をインク容器1に装着してインクの有無を検出してもよい。なお、圧電装置を取り付けるためのモジュール体のインクカートリッジ等のインク容器への取り付け位置は、図面に示した位置に限定されない。また、複数の圧電装置を取り付けてもよい。

以上が、アクチュエータをインクカートリッジに容易に取り付け可能にするモジュール体の説明である。次に、本実施形態で使用されるアクチュエータとインクジェット記録装置の動作記録用メモリの一例である半導体記憶手段とを適切にインクカートリッジに取り付ける回路基板について説明する。

図8A、図8B、図8Cはインクカートリッジの更に他の実施形態を示す。図8Aはインクカートリッジ180Cの断面図、図8Bは図8Aに示したインクカ

ートリッジ180Cの側壁194bを拡大した断面図、及び図8Cはその正面からの透視図である。インクカートリッジ180Cは、半導体記憶手段7とアクチュエータ106とが同一の基板610上に形成されている。図8B、図8Cに示すように、半導体記憶手段7は基板610の上方に形成され、アクチュエータ106は同一の基板610において半導体記憶手段7の下方に形成されている。

アクチュエータ106の周囲を囲むように異型リング614が、基板610に形成される。異型リング614は、基板610には、基板610をインク容器194に接合するためのカシメ部616が複数形成されている。カシメ部616によって基板610をインク容器194に接合し、異型リング614をインク容器194に押しつけることで、アクチュエータ106の振動領域がインクと接触することをできるようにしつつ、インクカートリッジの外部と内部とを液密に保つ。

半導体記憶手段7及び半導体記憶手段7付近には端子612が形成されている。端子612は半導体記憶手段7とインクジェット記憶装置等の外部との間の信号の受け渡しをする。半導体記憶手段7は、例えばEEPROMなどの書き換え可能な半導体メモリによって構成されてもよい。半導体記憶手段7とアクチュエータ106とが同一の基板610上に形成されているので、アクチュエータ106及び半導体記憶手段7をインクカートリッジ180Cに取付ける際に1回の取付け工程で済む。また、インクカートリッジ180Cの製造時及びリサイクル時の作業工程が簡素化される。更に、部品の点数が削減されるので、インクカートリッジ180Cの製造コストが低減できる。

アクチュエータ106は、インク容器194内のインクの消費状態を検出する。半導体記憶手段7はアクチュエータ106が検出したインク残量などのインクの情報やインクジェット記録装置の動作履歴等を格納する。すなわち、半導体記憶手段7は検出する際に用いられるインク及びインクカートリッジの特性等の特性パラメータに関する情報を格納する。

ここで、上述した「アクチュエータ」の液面検出の原理について説明する。

媒体の音響インピーダンスの変化を検出するには、媒体のインピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定する。インピーダンス特性またはアドミタン

ス特性を測定する場合には、例えば伝送回路を利用することができる。伝送回路は、媒体に一定電圧を印加し、周波数を変えて媒体に流れる電流を測定する。または、伝送回路は、媒体に一定電流を供給し、周波数を変えて媒体に印加される電圧を測定する。伝送回路で測定された電流値または電圧値の変化は音響インピーダンスの変化を示す。また、電流値または電圧値が極大または極小となる周波数  $f_m$  の変化も音響インピーダンスの変化を示す。

上記の方法とは別に、アクチュエータは、液体の音響インピーダンスの変化を共振周波数のみの変化を用いて検出することができる。液体の音響インピーダンスの変化を利用する方法として、アクチュエータの振動部が振動した後に振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を測定することによって共振周波数を検出する方法を用いる場合には、圧電素子を利用することができる。圧電素子は、アクチュエータの振動部に残留する残留振動により逆起電力を発生する素子であり、アクチュエータの振動部の振幅によって逆起電力の大きさが変化する。従って、アクチュエータの振動部の振幅が大きいほど検出がしやすい。また、アクチュエータの振動部における残留振動の周波数によって逆起電力の大きさが変化する周期が変わる。従って、アクチュエータの振動部の周波数は逆起電力の周波数に対応する。ここで、共振周波数は、アクチュエータの振動部と振動部に接する媒体との共振状態における周波数をいう。

共振周波数  $f_s$  を得るために、振動部と媒体とが共振状態であるときの逆起電力測定によって得られた波形をフーリエ変換する。アクチュエータの振動は、一方向だけの変形ではなく、たわみや伸長等様々な変形をとまなうので、共振周波数  $f_s$  を含め様々な周波数を有する。よって、圧電素子と媒体とが共振状態であるときの逆起電力の波形をフーリエ変換し、最も支配的な周波数成分を特定することで、共振周波数  $f_s$  を判断する。

周波数  $f_m$  は、媒体のアドミッタンスが極大またはインピーダンスが極小であるときの周波数である。共振周波数  $f_s$  とすると、周波数  $f_m$  は、媒体の誘電損失または機械的損失などによって、共振周波数  $f_s$  に対しわずかな誤差を生ずる。しかし、実測される周波数  $f_m$  から共振周波数  $f_s$  を導出することは手間がかかるため、一般には、周波数  $f_m$  を共振周波数に代えて使用する。ここで、アクチ



ュエータ 106 の出力を伝送回路に入力することで、アクチュエータ 106 は少なくとも音響インピーダンスを検出することができる。

媒体のインピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定し周波数  $f_m$  を測定する方法と、アクチュエータの振動部における残留振動振動によって生ずる逆起電力を測定することによって共振周波数  $f_s$  を測定する方法と、によって特定される共振周波数に差がほとんど無いことが実験によって証明されている。

図 9 A、図 9 B、図 9 C および図 10 は、圧電装置の一実施形態であるアクチュエータ 106 の詳細および等価回路を示す。ここでいうアクチュエータは、少なくとも音響インピーダンスの変化を検出してインク容器内の液体（インク）の消費状態を検出する方法に用いられる。特に、残留振動により共振周波数の検出することで、少なくとも音響インピーダンスの変化を検出してインク容器内の液体の消費状態を検出する方法に用いられる。図 9 A は、アクチュエータ 106 の拡大平面図である。図 9 B は、アクチュエータ 106 の B-B 断面を示す。図 9 C は、アクチュエータ 106 の C-C 断面を示す。さらに図 10 (A) および図 10 (B) は、アクチュエータ 106 の等価回路を示す。また、図 10 (C) および図 10 (D) は、それぞれインクカートリッジ内にインクが満たされているときのアクチュエータ 106 を含む周辺およびその等価回路を示し、図 10 (E) および図 10 (F) は、それぞれインクカートリッジ内にインクが無いときのアクチュエータ 106 を含む周辺およびその等価回路を示す。

アクチュエータ 106 は、ほぼ中央に円形状の開口 161 を有する基板 178 と、開口 161 を被覆するように基板 178 の一方の面（以下、表面という）に配備される振動板 176 と、振動板 176 の表面の側に配置される圧電層 160 と、圧電層 160 を両方からはさみこむ上部電極 164 および下部電極 166 と、上部電極 164 と電氣的に結合する上部電極端子 168 と、下部電極 166 と電氣的に結合する下部電極端子 170 と、上部電極 164 および上部電極端子 168 の間に配設され、かつ両者を電氣的に結合する補助電極 172 と、を有する。圧電層 160、上部電極 164 および下部電極 166 はそれぞれの主要部として円形部分を有する。圧電層 160、上部電極 164 および下部電極 166 のそれぞれの円形部分は圧電素子を形成する。

振動板 176 は、基板 178 の表面に、開口 161 を覆うように形成される。キャビティ 162 は、振動板 176 の開口 161 と面する部分と基板 178 の表面の開口 161 とによって形成される。基板 178 の圧電素子とは反対側の面（以下、裏面という）はインク容器側に面しており、キャビティ 162 は液体と接触するように構成されている。キャビティ 162 内に液体が入っても基板 178 の表面側に液体が漏れないように、振動板 176 は基板 178 に対して液密に取り付けられる。

下部電極 166 は振動板 176 の表面、即ちインク容器とは反対側の面に位置しており、下部電極 166 の主要部である円形部分の中心と開口 161 の中心とがほぼ一致するように取り付けられている。なお、下部電極 166 の円形部分の面積が開口 161 の面積よりも小さくなるように設定されている。一方、下部電極 166 の表面側には、圧電層 160 が、その円形部分の中心と開口 161 の中心とがほぼ一致するように形成されている。圧電層 160 の円形部分の面積は、開口 161 の面積よりも小さく、かつ下部電極 166 の円形部分の面積よりも大きくなるように設定されている。

一方、圧電層 160 の表面側には、上部電極 164 が、その主要部である円形部分の中心と開口 161 の中心とがほぼ一致するように形成される。上部電極 164 の円形部分の面積は、開口 161 および圧電層 160 の円形部分の面積よりも小さく、かつ下部電極 166 の円形部分の面積よりも大きくなるよう設定されている。

したがって、圧電層 160 の主要部は、上部電極 164 の主要部と下部電極 166 の主要部とによって、それぞれ表面側と裏面側とから挟みこまれる構造となっていて、圧電層 160 を効果的に変形駆動することができる。圧電層 160、上部電極 164 および下部電極 166 のそれぞれの主要部である円形部分がアクチュエータ 106 における圧電素子を形成する。上述のように圧電素子は振動板 176 に接している。また、上部電極 164 の円形部分、圧電層 160 の円形部分、下部電極 166 の円形部分および開口 161 のうちで、面積が最も大きいのは開口 161 である。この構造によって、振動板 176 のうち実際に振動する振動領域は、開口 161 によって決定される。また、上部電極 164 の円形部分、

圧電層 160 の円形部分および下部電極 166 の円形部分は開口 161 より面積が小さいので、振動板 176 がより振動しやすくなる。さらに、圧電層 160 と電氣的に接続する下部電極 166 の円形部分および上部電極 164 の円形部分のうち、下部電極 166 の円形部分の方が小さい。従って、下部端子 166 の円形部分が圧電層 160 のうち圧電効果を発生する部分を決定する。

圧電素子を形成する圧電層 160、上部電極 164、及び下部電極 166 の円形部分は、その中心が、開口部 161 の中心とほぼ一致する。また、振動板 176 の振動部分を決定する円形状の開口部 161 の中心は、アクチュエータ 106 のほぼ中心に設けられている。したがって、アクチュエータ 106 の振動部の中心は、アクチュエータの中心とほぼ一致する。更に、圧電素子の主部及び、振動板 176 の振動部分が、円形な形状を有するので、アクチュエータ 106 の振動部は、アクチュエータ 106 の中心に対して対称な形状である。

振動部が、アクチュエータ 106 の中心に対して対称な形状であるので、構造の非対称性から生じる不要な振動を励起しないようにすることができる。そのため、共振周波数の検出精度が向上する。更に、振動部が、アクチュエータ中心に対して対称な形状であるので、製造しやすく、圧電素子ごとの形状のばらつきを小さくできる。したがって、圧電素子ごとの共振周波数のばらつきが小さくなる。また、振動部が、等方的な形状であるので、接着の際、固定のばらつきの影響を受けにくい。インク容器に均等に接着される。したがって、アクチュエータ 106 のインク容器への実装性がよい。

更に、振動板 176 の振動部分が、円形な形状を有するので、圧電層 160 の残留振動の共振モードにおいて、低次、例えば一次の共振モードが支配的となり、単一のピークが出現する。そのため、ピークとノイズとを、明確に区別することができるので、共振周波数を明確に検出することができる。また、円形な形状の振動板 176 の振動部分の面積を大きくすることによって、逆起電力波形の振幅及び液体の有無による共振周波数の振幅の差が大きくなり、共振周波数の検出の精度を更に向上できる。

振動板 176 の振動による変位は、基板 178 の振動による変位よりもはるかに大きい。アクチュエータ 106 は、コンプライアンスの小さい、すなわち振動

によって変位しにくい基板 178 と、コンプライアンスの大きい、すなわち振動によって変位しやすい振動板 176 との 2 層構造を有する。この 2 層構造によって、基板 178 によってインク容器に確実に固定されながら、かつ振動による振動板 176 の変位を大きくできるので、逆起電力波形の振幅及び液体の有無による共振周波数の振幅の差が大きくなり、共振周波数の検出の精度が向上できる。更に、振動板 176 のコンプライアンスが大きいので、振動の減衰が小さくなり、共振周波数の検出の精度が向上できる。また、アクチュエータ 106 の振動の節は、キャビティ 162 の外周部、すなわち開口部 161 の縁付近に位置する。

上部電極端子 168 は、補助電極 172 を介して上部電極 164 と電氣的に接続するように振動板 176 の表面側に形成される。一方、下部電極端子 170 は、下部電極 166 に電氣的に接続するように振動板 176 の表面側に形成される。上部電極 164 は、圧電層 160 の表面側に形成されるため、上部電極端子 168 と接続する途中において、圧電層 160 の厚さと下部電極 166 の厚さとの和に等しい段差を有する必要がある。上部電極 164 だけでこの段差を形成することは難しく、かりに可能であったとしても上部電極 164 と上部電極端子 168 との接続状態が弱くなってしまい、切断してしまう危険がある。そこで、補助電極 172 を補助部材として用いて上部電極 164 と上部電極端子 168 とを接続させている。このようにすることで、圧電層 160 も上部電極 164 も補助電極 172 に支持された構造となり、所望の機械的強度を得ることができ、また上部電極 164 と上部電極端子 168 との接続を確実にすることが可能となる。

なお、圧電素子と振動板 176 のうちの圧電素子に直面する振動領域とが、アクチュエータ 106 において実際に振動する振動部である。また、アクチュエータ 106 に含まれる部材は、互いに焼成されることによって一体的に形成されることが好ましい。アクチュエータ 106 を一体的に形成することによって、アクチュエータ 106 の取り扱いが容易になる。さらに、基板 178 の強度を高めることによって振動特性が向上する。即ち、基板 178 の強度を高めることによって、アクチュエータ 106 の振動部のみが振動し、アクチュエータ 106 のうち振動部以外の部分が振動しない。また、アクチュエータ 106 の振動部以外の部分が振動しないためには、基板 178 の強度を高めるのに対し、アクチュエータ

106の圧電素子を薄くかつ小さくし、振動板176を薄くすることによって達成できる。

圧電層160の材料としては、ジルコン酸チタン酸鉛(PZT)、ジルコン酸チタン酸鉛ランタン(PLZT)または鉛を使用しない鉛レス圧電膜を用いることが好ましく、基板178の材料としてジルコニアまたはアルミナを用いることが好ましい。また、振動板176には、基板178と同じ材料を用いることが好ましい。上部電極164、下部電極166、上部電極端子168および下部電極端子170は、導電性を有する材料、例えば、金、銀、銅、プラチナ、アルミニウム、ニッケルなどの金属を用いることができる。

上述したように構成されるアクチュエータ106は、液体を収容する容器に適用することができる。例えば、インクジェット記録装置に用いられるインクカートリッジや、あるいは記録ヘッドを洗浄するための洗浄液を収容した容器などに装着することができる。

図9A、図9B、図9Cおよび図10に示されるアクチュエータ106は、インク容器の所定の場所に、キャビティ162をインク容器内に収容される液体と接触するように装着される。インク容器に液体が十分に収容されている場合には、キャビティ162内およびその外側は液体によって満たされている。一方、インク容器の液体が消費され、アクチュエータの装着位置以下まで液面が降下すると、キャビティ162内には液体は存在しないか、あるいはキャビティ162内にのみ液体が残存されその外側には気体が存在する状態となる。アクチュエータ106は、この状態の変化に起因する、少なくとも音響インピーダンスの相違を検出する。それによって、アクチュエータ106は、インク容器に液体が十分に収容されている状態であるか、あるいはある一定以上の液体が消費された状態であるかを検出することができる。

さらに、アクチュエータ106は、インク容器内の液体の種類も検出することが可能である。

ここでアクチュエータによる液面検出の原理について説明する。

媒体の音響インピーダンスの変化を検出するには、媒体のインピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定する。インピーダンス特性またはアドミッタ

ス特性を測定する場合には、例えば伝送回路を利用することができる。伝送回路は、媒体に一定電圧を印加し、周波数を変えて媒体に流れる電流を測定する。または、伝送回路は、媒体に一定電流を供給し、周波数を変えて媒体に印加される電圧を測定する。伝送回路で測定された電流値または電圧値の変化は音響インピーダンスの変化を示す。また、電流値または電圧値が極大または極小となる周波数  $f_m$  の変化も音響インピーダンスの変化を示す。

上記の方法とは別に、アクチュエータは、液体の音響インピーダンスの変化を共振周波数のみの変化を用いて検出することができる。液体の音響インピーダンスの変化を利用する方法として、アクチュエータの振動部が振動した後に振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を測定することによって共振周波数を検出する方法を用いる場合には、例えば圧電素子を利用することができる。圧電素子は、アクチュエータの振動部に残留する残留振動により逆起電力を発生する素子であり、アクチュエータの振動部の振幅によって逆起電力の大きさが変化する。従って、アクチュエータの振動部の振幅が大きいほど検出がしやすい。また、アクチュエータの振動部における残留振動の周波数によって逆起電力の大きさが変化する周期が変わる。従って、アクチュエータの振動部の周波数は逆起電力の周波数に対応する。ここで、共振周波数は、アクチュエータの振動部と振動部に接する媒体との共振状態における周波数をいう。

共振周波数  $f_s$  を得るために、振動部と媒体とが共振状態であるときの逆起電力測定によって得られた波形をフーリエ変換する。アクチュエータの振動は、一方向だけの変形ではなく、たわみや伸長等様々な変形をとまなうので、共振周波数  $f_s$  を含め様々な周波数を有する。よって、圧電素子と媒体とが共振状態であるときの逆起電力の波形をフーリエ変換し、最も支配的な周波数成分を特定することで、共振周波数  $f_s$  を判断する。

周波数  $f_m$  は、媒体のアドミッタンスが極大またはインピーダンスが極小であるときの周波数である。共振周波数  $f_s$  とすると、周波数  $f_m$  は、媒体の誘電損失または機械的損失などによって、共振周波数  $f_s$  に対しわずかな誤差を生ずる。しかし、実測される周波数  $f_m$  から共振周波数  $f_s$  を導出することは手間がかかるため、一般には、周波数  $f_m$  を共振周波数に代えて使用する。ここで、アクチ

ュエータ 106 の出力を伝送回路に入力することで、アクチュエータ 106 は少なくとも音響インピーダンスを検出することができる。

媒体のインピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定し周波数  $f_m$  を測定する方法と、アクチュエータの振動部における残留振動振動によって生ずる逆起電力を測定することによって共振周波数  $f_s$  を測定する方法と、によって特定される共振周波数に差がほとんど無いことが実験によって証明されている。

アクチュエータ 106 の振動領域は、振動板 176 のうち開口 161 によって決定されるキャビティ 162 を構成する部分である。インク容器内に液体が十分に収容されている場合には、キャビティ 162 内には、液体が満たされ、振動領域はインク容器内の液体と接触する。一方で、インク容器内に液体が充分にない場合には、振動領域はインク容器内のキャビティに残った液体と接するか、あるいは液体と接触せず、気体または真空と接触する。

本発明のアクチュエータ 106 にはキャビティ 162 が設けられ、それによって、アクチュエータ 106 の振動領域にインク容器内の液体が残るように設計できる。その理由は次の通りである。

アクチュエータのインク容器への取り付け位置や取り付け角度によっては、インク容器内の液体の液面がアクチュエータの装着位置よりも下方にあるにもかかわらず、アクチュエータの振動領域に液体が付着してしまう場合がある。振動領域における液体の有無だけでアクチュエータが液体の有無を検出している場合には、アクチュエータの振動領域に付着した液体が液体の有無の正確な検出を妨げる。

たとえば、液面がアクチュエータの装着位置よりも下方にある状態のとき、キャリッジの往復移動などによりインク容器が揺動して液体が波うち、振動領域に液滴が付着してしまうと、アクチュエータはインク容器内に液体が充分にあるとの誤った判断をしてしまう。そこで、逆にそこに液体を残存した場合であっても液体の有無を正確に検出するように設計されたキャビティを積極的に設けることで、インク容器が揺動して液面が波立ったとしても、アクチュエータの誤動作を防止することができる。このように、キャビティを有するアクチュエータを用いることで、誤動作を防ぐことができる。

また、図10(E)に示すように、インク容器内に液体が無く、アクチュエータ106のキャビティ162にインク容器内の液体が残っている場合を、液体の有無の閾値とする。すなわち、キャビティ162の周辺に液体が無く、この閾値よりキャビティ内の液体が少ない場合は、インク無しと判断し、キャビティ162の周辺に液体が有り、この閾値より液体が多い場合は、インク有りと判断する。例えば、アクチュエータ106をインク容器の側壁に装着した場合、インク容器内の液体がアクチュエータの装着位置よりも下にある場合をインク無しと判断し、インク容器内の液体がアクチュエータの装着位置より上にある場合をインク有りと判断する。このように閾値を設定することによって、キャビティ内のインクが乾燥してインクが無くなったときであってもインク無しと判断し、キャビティ内のインクが無くなったところにキャリッジの揺れなどで再度インクがキャビティに付着しても閾値を越えないので、インク無しと判断することができる。

ここで、図9A、図9B、図9Cおよび図10を参照しながら逆起電力の測定による媒体とアクチュエータ106の振動部との共振周波数からインク容器内の液体の状態を検出する動作および原理について説明する。アクチュエータ106において、上部電極端子168および下部電極端子170を介して、それぞれ上部電極164および下部電極166に電圧を印加する。圧電層160のうち、上部電極164および下部電極166に挟まれた部分には電界が生じる。その電界によって、圧電層160は変形する。圧電層160が変形することによって振動板176のうちの振動領域がたわみ振動する。圧電層160が変形した後しばらくは、たわみ振動がアクチュエータ106の振動部に残留する。

残留振動は、アクチュエータ106の振動部と媒体との自由振動である。従って、圧電層160に印加する電圧をパルス波形あるいは矩形波とすることで、電圧を印加した後に振動部と媒体との共振状態を容易に得ることができる。残留振動は、アクチュエータ106の振動部を振動させるため、圧電層160をも変形する。従って、圧電層160は逆起電力を発生する。その逆起電力は、上部電極164、下部電極166、上部電極端子168および下部電極端子170を介して検出される。検出された逆起電力によって、共振周波数が特定できるため、インク容器内の液体の状態を検出することができる。



一般に、共振周波数  $f_s$  は、

$$f_s = 1 / (2 * \pi * (M * C_{act})^{1/2}) \quad (式1)$$

で表される。ここで、 $M$ は振動部のイナータンス  $M_{act}$ と付加イナータンス  $M'$ との和である。 $C_{act}$ は振動部のコンプライアンスである。

図9Cは、本実施形態において、キャビティにインクが残存していないときのアクチュエータ106の断面図である。図10(A)および図10(B)は、キャビティにインクが残存していないときのアクチュエータ106の振動部およびキャビティ162の等価回路である。

$M_{act}$ は、振動部の厚さと振動部の密度との積を振動部の面積で除したものであり、さらに詳細には、図10(A)に示すように、

$$M_{act} = M_{pzt} + M_{electrode1} + M_{electrode2} + M_{vib} \quad (式2)$$

と表される。ここで、 $M_{pzt}$ は、振動部における圧電層160の厚さと圧電層160の密度との積を圧電層160の面積で除したものである。 $M_{electrode1}$ は、振動部における上部電極164の厚さと上部電極164の密度との積を上部電極164の面積で除したものである。 $M_{electrode2}$ は、振動部における下部電極166の厚さと下部電極166の密度との積を下部電極166の面積で除したものである。 $M_{vib}$ は、振動部における振動板176の厚さと振動板176の密度との積を振動板176の振動領域の面積で除したものである。ただし、 $M_{act}$ を振動部全体としての厚さ、密度および面積から算出することができるよう、本実施形態では、圧電層160、上部電極164、下部電極166および振動板176の振動領域のそれぞれの面積は、上述のような大小関係を有するものの、相互の面積の差は微小であることが好ましい。また、本実施形態において、圧電層160、上部電極164および下部電極166においては、それらの主要部である円形部分以外の部分は、主要部に対して無視できるほど微小であることが好ましい。

従って、アクチュエータ106において、 $M_{act}$ は、上部電極164、下部電極166、圧電層160および振動板176のうちの振動領域のそれぞれのイナータンスの和である。また、コンプライアンス  $C_{act}$ は、上部電極164、下部電極166、圧電層160および振動板176のうちの振動領域によって形成さ

れる部分のコンプライアンスである。

尚、図10 (A)、(B)、(D)、(F)は、アクチュエータ106の振動部およびキャビティ162の等価回路を示すが、これらの等価回路において、Cactはアクチュエータ106の振動部のコンプライアンスを示す。Cpzt、Celectrode1、Celectrode2およびCvibはそれぞれ振動部における圧電層160、上部電極164、下部電極166および振動板176のコンプライアンスを示す。Cactは、以下の式3で表される。

$$1/Cact = (1/Cpzt) + (1/Celectrode1) + (1/Celectrode2) + (1/Cvib) \quad (式3)$$

式2および式3より、図10 (A)は、図10 (B)のように表すこともできる。コンプライアンスCactは、振動部の単位面積に圧力をかけたときの変形によって媒体を受容できる体積を表す。また、コンプライアンスCactは、変形のし易さを表すといってもよい。

図10 (C)は、インク容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている場合のアクチュエータ106の断面図を示す。図10 (C)のM' maxは、インク容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている場合の付加イナータンスの最大値を表す。M' maxは、

$$M'_{max} = (\pi * \rho / (2 * k^3)) * (2 * (2 * k * a)^3 / (3 * \pi)) / (\pi * a^3) \quad (式4) \quad (aは振動部の半径、\rhoは媒体の密度、kは波数である。)$$

で表される。尚、式4は、アクチュエータ106の振動領域が半径aの円形である場合に成立する。付加イナータンスM'は、振動部の付近にある媒体の作用によって、振動部の質量が見かけ上増加していることを示す量である。式4からわかるように、M' maxは振動部の半径aと、媒体の密度\rhoとによって大きく変化する。

波数kは、

$$k = 2 * \pi * fact / c \quad (式5)$$

(factは液体が触れていないときの振動部の共振周波数である。cは媒体中を伝播する音響の速度である。)

で表される。

図10 (D)は、インク容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている図10 (C)の場合のアクチュエータ106の振動部およびキャビティ162の等価回路を示す。

図10 (E)は、インク容器の液体が消費され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が無いものの、アクチュエータ106のキャビティ162内には液体が残存している場合のアクチュエータ106の断面図を示す。式4は、例えば、インク容器に液体が満たされている場合に、インクの密度 $\rho$ などから決定される最大のイナータンス $M'_{\max}$ を表す式である。一方、インク容器内の液体が消費され、キャビティ162内に液体が残留しつつアクチュエータ106の振動領域の周辺にある液体が気体または真空になった場合には、

$$M' = \rho * t / S \quad (\text{式6})$$

と表せる。 $t$ は、振動にかかわる媒体の厚さである。 $S$ は、アクチュエータ106の振動領域の面積である。この振動領域が半径 $a$ の円形の場合は、 $S = \pi * a^2$ である。従って、付加イナータンス $M'$ は、インク容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている場合には、式4に従う。一方で、液体が消費され、キャビティ162内に液体が残留しつつアクチュエータ106の振動領域の周辺にある液体が気体または真空になった場合には、式6に従う。

ここで、図10 (E)のように、インク容器の液体が消費され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が無いものの、アクチュエータ106のキャビティ162内には液体が残存している場合の付加イナータンス $M'$ を便宜的に $M'_{\text{cav}}$ とし、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている場合の付加イナータンス $M'_{\max}$ と区別する。

図10 (F)は、インク容器の液体が消費され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が無いものの、アクチュエータ106のキャビティ162内には液体が残存している図10 (E)の場合のアクチュエータ106の振動部およびキャビティ162の等価回路を示す。

ここで、媒体の状態に関するパラメータは、式6において、媒体の密度 $\rho$ お

よび媒体の厚さ  $t$  である。インク容器内に液体が十分に収容されている場合は、アクチュエータ 106 の振動部に液体が接触し、インク容器内に液体が十分に収容されていない場合は、キャビティ内部に液体が残存するか、もしくはアクチュエータ 106 の振動部に気体または真空が接触する。アクチュエータ 106 の周辺の液体が消費され、図 10 (C) の  $M'_{\max}$  から図 10 (E) の  $M'_{\text{cav}}$  へ移行する過程における付加イナータンスを  $M'_{\text{var}}$  とすると、インク容器内の液体の収容状態によって、媒体の密度  $\rho$  や媒体の厚さ  $t$  が変化するため、付加イナータンス  $M'_{\text{var}}$  が変化し、共振周波数  $f_s$  も変化するようになる。従って、共振周波数  $f_s$  を特定することによって、インク容器内の液体の有無を検出することができる。ここで、式 6 を用いて  $M'_{\text{cav}}$  を表すと、式 6 の  $t$  にキャビティの深さ  $d$  を代入し、

$$M'_{\text{cav}} = \rho * d / S \quad (\text{式 7})$$

となる。

また、媒体が互いに種類の異なる液体であっても、組成の違いによって密度  $\rho$  が異なるため、付加イナータンス  $M'$  が変化し、共振周波数  $f_s$  も変化する。従って、共振周波数  $f_s$  を特定することで、液体の種類を検出できる。尚、アクチュエータ 106 の振動部にインクまたは空気のいずれか一方のみが接触し、混在していない場合には、式 4 によって計算しても、 $M'$  の相違を検出できる。

図 11 A は、インク容器内のインクの量とインクおよび振動部の共振周波数  $f_s$  との関係を示すグラフである。ここでは液体の 1 例としてインクについて説明する。縦軸は、共振周波数  $f_s$  を示し、横軸は、インク量を示す。インク組成が一定であるとき、インク残量の低下に伴い、共振周波数  $f_s$  は、上昇する。

インク容器にインクが十分に収容され、アクチュエータ 106 の振動領域の周辺にインクが満たされている場合には、その最大付加イナータンス  $M'_{\max}$  は式 4 に表わされる値となる。一方で、インクが消費され、キャビティ 162 内に液体が残留しつつアクチュエータ 106 の振動領域の周辺にインクが満たされていないときには、付加イナータンス  $M'_{\text{var}}$  は、媒体の厚さ  $t$  に基づいて式 6 によって算出される。式 6 中の  $t$  は振動にかかわる媒体の厚さであるから、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 の  $d$  (図 9 B 参照) を小さく、即ち、基板 178

を十分に薄くすることによって、インクが徐々に消費されていく過程を検出することもできる（図10（C）参照）。ここで、 $t_{ink}$ は振動にかかわるインクの厚さとし、 $t_{ink-max}$ は $M'_{max}$ における $t_{ink}$ とする。例えば、インクカートリッジの底面にアクチュエータ106をインクの液面に対してほぼ水平に配備する。インクが消費され、インクの液面がアクチュエータ106から $t$ の高さ以下に達すると、式6により $M'_{var}$ が徐々に変化し、式1により共振周波数 $f_s$ が徐々に変化する。従って、インクの液面が $t$ の範囲内にある限り、アクチュエータ106はインクの消費状態を徐々に検出することができる。

また、アクチュエータ106の振動領域を大きくまたは長くし、かつ縦に配置することによってインクの消費による液面の位置にしたがって、式6中の $S$ が変化する。従って、アクチュエータ106はインクが徐々に消費されていく過程を検出することもできる。例えば、インクカートリッジの側壁にアクチュエータ106をインクの液面に対してほぼ垂直に配備する。インクが消費され、インクの液面がアクチュエータ106の振動領域に達すると、液位の低下に伴い付加イナータンス $M'$ が減少するので、式1により共振周波数 $f_s$ が徐々に増加する。従って、インクの液面が、キャビティ162の径 $2a$ （図10（C）参照）の範囲内にある限り、アクチュエータ106はインクの消費状態を徐々に検出することができる。

図11Aの曲線Xは、アクチュエータ106のキャビティ162を十分に浅くした場合や、アクチュエータ106の振動領域を十分に大きくまたは長くした場合のインク容器内に収容されたインクの量とインクおよび振動部の共振周波数 $f_s$ との関係を表わしている。インク容器内のインクの量が減少するとともに、インクおよび振動部の共振周波数 $f_s$ が徐々に変化していく様子が理解できる。

より詳細には、インクが徐々に消費されていく過程を検出することができる場合とは、アクチュエータ106の振動領域の周辺において、互いに密度が異なる液体と気体とがともに存在し、かつ振動にかかわる場合である。インクが徐々に消費されていくに従って、アクチュエータ106の振動領域周辺において振動にかかわる媒体は、液体が減少する一方で気体が増加する。例えば、アクチュエータ106をインクの液面に対して水平に配備した場合であって、 $t_{ink}$ が $t_{ink-}$

maxより小さいときには、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体はインクと気体との両方を含む。したがって、アクチュエータ 106 の振動領域の面積 S とすると、式 4 の  $M'_{\max}$  以下になった状態をインクと気体の付加質量で表すと、

$$M' = M'_{\text{air}} + M'_{\text{ink}} = \rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}} / S + \rho_{\text{ink}} \cdot t_{\text{ink}} / S \quad (\text{式 8})$$

となる。ここで、 $M'_{\text{air}}$  は空気のイナータンスであり、 $M'_{\text{ink}}$  はインクのイナータンスである。 $\rho_{\text{air}}$  は空気の密度であり、 $\rho_{\text{ink}}$  はインクの密度である。 $t_{\text{air}}$  は振動にかかわる空気の厚さであり、 $t_{\text{ink}}$  は振動にかかわるインクの厚さである。アクチュエータ 106 の振動領域周辺における振動にかかわる媒体のうち、液体が減少して気体が増加するに従い、アクチュエータ 106 がインクの液面に対しほぼ水平に配備されている場合には、 $t_{\text{air}}$  が増加し、 $t_{\text{ink}}$  が減少する。それによって、 $M'_{\text{var}}$  が徐々に減少し、共振周波数が徐々に増加する。よって、インク容器内に残存しているインクの量またはインクの消費量を検出することができる。尚、式 7 において液体の密度のみの式となっているのは、液体の密度に対して、空気の密度が無視できるほど小さい場合を想定しているからである。

アクチュエータ 106 がインクの液面に対しほぼ垂直に配備されている場合には、アクチュエータ 106 の振動領域のうち、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体がインクのみ領域と、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体が気体の領域との並列の等価回路（図示せず）と考えられる。アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体がインクのみ領域の面積を  $S_{\text{ink}}$  とし、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体が気体のみの領域の面積を  $S_{\text{air}}$  とすると、

$$1/M' = 1/M'_{\text{air}} + 1/M'_{\text{ink}} = S_{\text{air}} / (\rho_{\text{air}} \cdot t_{\text{air}}) + S_{\text{ink}} / (\rho_{\text{ink}} \cdot t_{\text{ink}}) \quad (\text{式 9})$$

となる。

尚、式 9 は、アクチュエータ 106 のキャビティにインクが保持されない場合に適用される。アクチュエータ 106 のキャビティにインクが保持される場合については、式 7、式 8 および式 9 によって計算することができる。

一方、基板 178 が厚く、即ち、キャビティ 162 の深さ  $d$  が深く、 $d$  が媒体の厚さ  $t_{\text{ink-max}}$  に比較的近い場合や、インク容器の高さに比して振動領域が非常に小さいアクチュエータを用いる場合には、実際上はインクが徐々に減少する

過程を検出するというよりはインクの液面がアクチュエータの装着位置より上位置か下位置かを検出することになる。換言すると、アクチュエータの振動領域におけるインクの有無を検出することになる。例えば、図11Aの曲線Yは、小さい円形の振動領域の場合におけるインク容器内のインクの量とインクおよび振動部の共振周波数 $f_s$ との関係を示す。インク容器内のインクの液面がアクチュエータの装着位置を通過する前後におけるインク量 $Q$ の間で、インクおよび振動部の共振周波数 $f_s$ が激しく変化している様子が示される。このことから、インク容器内にインクが所定量残存しているか否かを検出することができる。

アクチュエータ106を用いて液体の有無を検出する方法は、振動板176が、液体と直接接触することで、インクの有無を検出するので、インクの消費量をソフトウェアによって計算する方法に比べ、検出精度が高い。更に、電極を用いて、導電性によりインクの有無を検出する方法は、インク容器への取付位置及びインクの種類によって影響されるが、アクチュエータ106を用いて液体の有無を検出する方法は、インク容器への取付位置及びインクの種類によって、影響されない。更に、単一のアクチュエータ106を用いて、発振と液体の有無の検出の双方をすることができるので、発振と液体の有無の検出とを異なったセンサを用いて実施する方法と比較してインク容器に取付けるセンサの数を減少することができる。したがって、インク容器を安価に製造できる。更に、圧電層160の振動周波数を非可聴領域に設定することで、アクチュエータ106の動作中に発生する音を静かにすることができる。

図11Bは、図11Aの曲線Yにおけるインクの密度とインクおよび振動部の共振周波数 $f_s$ との関係を示す。液体の例としてインクを挙げている。図11Bに示すように、インク密度が高くなると、付加イナータンスが大きくなるので共振周波数 $f_s$ が低下する。すなわち、インクの種類によって共振周波数 $f_s$ が異なる。したがって共振周波数 $f_s$ を測定することによって、インクを再充填する際に、密度の異なったインクが混入されていないか確認することができる。

つまり、互いに種類の異なるインクを収容するインク容器を識別できる。

続いて、インク容器内の液体が空の状態であってもアクチュエータ106のキャビティ162内に液体が残存するようにキャビティのサイズと形状を設定した

時の、液体の状態を正確に検出できる条件を詳述する。アクチュエータ 106 は、キャビティ 162 内に液体が満たされている場合に液体の状態を検出できれば、キャビティ 162 内に液体が満たされていない場合であっても液体の状態を検出できる。

共振周波数  $f_s$  は、イナータンス  $M$  の関数である。イナータンス  $M$  は、振動部のイナータンス  $M_{act}$  と付加イナータンス  $M'$  との和である。ここで、付加イナータンス  $M'$  が液体の状態と関係する。付加イナータンス  $M'$  は、振動部の付近にある媒体の作用によって振動部の質量が見かけ上増加していることを示す量である。即ち、振動部の振動によって見かけ上媒体を吸収することによる振動部の質量の増加分をいう。

従って、 $M'_{cav}$  が式 4 における  $M'_{max}$  よりも大きい場合には、見かけ上吸収する媒体は全てキャビティ 162 内に残存する液体である。よって、インク容器内に液体が満たされている状態と同じである。この場合には  $M'$  が変化しないので、共振周波数  $f_s$  も変化しない。従って、アクチュエータ 106 は、インク容器内の液体の状態を検出できないことになる。

一方、 $M'_{cav}$  が式 4 における  $M'_{max}$  よりも小さい場合には、見かけ上吸収する媒体はキャビティ 162 内に残存する液体およびインク容器内の気体または真空である。このときにはインク容器内に液体が満たされている状態とは異なり  $M'$  が変化するので、共振周波数  $f_s$  が変化する。従って、アクチュエータ 106 は、インク容器内の液体の状態を検出できる。

即ち、インク容器内の液体が空の状態、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 内に液体が残存する場合に、アクチュエータ 106 が液体の状態を正確に検出できる条件は、 $M'_{cav}$  が  $M'_{max}$  よりも小さいことである。尚、アクチュエータ 106 が液体の状態を正確に検出できる条件  $M'_{max} > M'_{cav}$  は、キャビティ 162 の形状にかかわらない。

ここで、 $M'_{cav}$  は、キャビティ 162 の容量とほぼ等しい容量の液体の質量である。従って、 $M'_{max} > M'_{cav}$  の不等式から、アクチュエータ 106 が液体の状態を正確に検出できる条件は、キャビティ 162 の容量の条件として表すことができる。例えば、円形状のキャビティ 162 の開口 161 の半径を  $a$  とし、



およびキャビティ 162 の深さを  $d$  とすると、

$$M'_{\max} > \rho * d / \pi a' \quad (\text{式 } 10)$$

である。式 10 を展開すると

$$a / d > 3 * \pi / 8 \quad (\text{式 } 11)$$

という条件が求められる。尚、式 10、式 11 は、キャビティ 162 の形状が円形の場合に限り成立する。円形でない場合の  $M'_{\max}$  の式を用い、式 10 中の  $\pi a'$  をその面積と置き換えて計算すれば、キャビティの幅および長さ等のディメンジョンと深さとの関係が導き出せる。

従って、式 11 を満たす開口 161 の半径  $a$  およびキャビティ 162 の深さ  $d$  であるキャビティ 162 を有するアクチュエータ 106 であれば、インク容器内の液体が空の状態であって、かつキャビティ 162 内に液体が残存する場合であっても、誤作動することなく液体の状態を検出できる。

付加イナータンス  $M'$  は音響インピーダンス特性にも影響するので、残留振動によりアクチュエータ 106 に発生する逆起電力を測定する方法は、少なくとも音響インピーダンスの変化を検出しているともいえる。

また、本実施形態によれば、アクチュエータ 106 が振動を発生してその後の残留振動によりアクチュエータ 106 に発生する逆起電力を測定している。しかし、アクチュエータ 106 の振動部が駆動電圧による自らの振動によって液体に振動を与えることは必ずしも必要ではない。即ち、振動部が自ら発振しなくても、それと接触しているある範囲の液体と共に振動することで、圧電層 160 がたわみ変形する。この残留振動が圧電層 160 に逆起電力電圧を発生させ、上部電極 164 および下部電極 166 にその逆起電力電圧を伝達する。この現象を利用することで媒体の状態を検出してもよい。例えば、インクジェット記録装置において、記録時における記録ヘッドの走査によるキャリッジの往復運動による振動によって発生するアクチュエータの振動部の周囲の振動を利用してインク容器またはその内部のインクの状態を検出してもよい。

図 12 A および図 12 B は、アクチュエータ 106 を振動させた後の、アクチュエータ 106 の残留振動の波形と残留振動の測定方法とを示す。インクカートリッジ内のアクチュエータ 106 の装着位置レベルにおけるインク液位の上下は、

アクチュエータ 106 が発振した後の残留振動の周波数変化や、振幅の変化によって検出することができる。図 12A および図 12B において、縦軸はアクチュエータ 106 の残留振動によって発生した逆起電力の電圧を示し、横軸は時間を示す。アクチュエータ 106 の残留振動によって、図 12A および図 12B に示すように電圧のアナログ信号の波形が発生する。次に、アナログ信号を、信号の周波数に対応するデジタル数値に変換する。

図 12A および図 12B に示した例においては、アナログ信号の 4 パルス目から 8 パルス目までの 4 個のパルスが生じる時間を計測することによって、インクの有無を検出する。

より詳細には、アクチュエータ 106 が発振した後、予め設定された所定の基準電圧を低電圧側から高電圧側へ横切る回数をカウントする。デジタル信号を 4 カウントから 8 カウントまでの間を High とし、所定のクロックパルスによって 4 カウントから 8 カウントまでの時間を計測する。

図 12A はアクチュエータ 106 の装着位置レベルよりも上位にインク液面があるときの波形である。一方、図 12B はアクチュエータ 106 の装着位置レベルにおいてインクが無いときの波形である。図 12A と図 12B とを比較すると、図 12A の方が図 12B よりも 4 カウントから 8 カウントまでの時間が長いことがわかる。換言すると、インクの有無によって 4 カウントから 8 カウントまでの時間が異なる。この時間の相違を利用して、インクの消費状態を検出することができる。アナログ波形の 4 カウント目から数えるのは、アクチュエータ 106 の振動が安定してから計測をはじめるためである。4 カウント目からとしたのは単なる一例であって、任意のカウントから数えてもよい。ここでは、4 カウント目から 8 カウント目までの信号を検出し、所定のクロックパルスによって 4 カウント目から 8 カウント目までの時間を測定する。それによって、共振周波数を求める。クロックパルスは、インクカートリッジに取り付けられる半導体記憶装置等を制御するためのクロックと等しいクロックのパルスであることが好ましい。尚、8 カウント目までの時間を測定する必要は無く、任意のカウントまで数えてもよい。図 12A、図 12B においては、4 カウント目から 8 カウント目までの時間を測定しているが周波数を検出する回路構成にしたがって、異なったカウント間

隔内の時間を検出してもよい。

例えば、インクの品質が安定していてピークの振幅の変動が小さい場合には、検出の速度を上げるために4カウント目から6カウント目までの時間を検出することにより共振周波数を求めてもよい。また、インクの品質が不安定でパルスの振幅の変動が大きい場合には、残留振動を正確に検出するために4カウント目から12カウント目までの時間を検出してもよい。

また、他の実施形態として所定期間内における逆起電力の電圧波形の波数を数えてもよい（図示せず）。この方法によっても共振周波数を求めることができる。より詳細には、アクチュエータ106が発振した後、所定期間だけデジタル信号をHighとし、所定の基準電圧を低電圧側から高電圧側へ横切る回数をカウントする。そのカウント数を計測することによってインクの有無を検出できるのである。

さらに、図12Aおよび図12Bを比較して分かるように、インクがインクカートリッジ内に満たされている場合とインクがインクカートリッジ内に無い場合とでは、逆起電力波形の振幅が異なる。従って、共振周波数を求めることなく、逆起電力波形の振幅を測定することによっても、インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出してもよい。より詳細には、例えば、図12Aの逆起電力波形の頂点と図12Bの逆起電力波形の頂点との間に基準電圧を設定する。アクチュエータ106が発振した後、所定時間にデジタル信号をHighとし、逆起電力波形が基準電圧を横切った場合には、インクが無いと判断する。逆起電力波形が基準電圧を横切らない場合には、インクが有ると判断する。

図13は、本発明のインクジェット記録装置の制御機構を示すブロック図である。本発明のインクジェット記録装置は、インク滴を記録用紙752に吐出して記録する記録ヘッド702と、記録ヘッド702を記録用紙752の幅方向（主走査方向）に往復移動させるキャリッジ700と、キャリッジ700に装着され、記録ヘッド702にインクを供給するインクカートリッジ701とを有する。キャリッジ700はキャリッジ駆動モータ716に接続されている。キャリッジ駆動モータ716を駆動することによりキャリッジ700及び記録ヘッド702が記録用紙752の幅方向に往復移動する。キャリッジモータ制御手段722は、

制御手段 730 からの制御を受けてキャリッジ駆動モータ 716 を制御して、キャリッジ 700 を印刷のために往復移動させる他、吐出回復操作時には記録ヘッド 702 をキャップ 712 の位置に移動させる。

インクジェット記録装置は、記録用紙 752 を記録ヘッド 702 の走査方向と垂直に移動させて記録ヘッド 702 に給紙し又は記録ヘッドから記録用紙 752 を排紙する紙送り機構 750 を更に備える。紙送り機構 750 は、給排紙駆動手段 748 によって駆動される。給排紙制御手段 746 は、制御手段 730 の制御信号に基づいて給排紙駆動手段 748 を制御して給紙又は排紙を実行する。

更にインクカートリッジ 701 には、インクカートリッジ 701 内のインク消費状態を検出するためのアクチュエータ 106 が装着されている。アクチュエータ 106 は、図 9 A、図 9 B、図 9 C に示した形態のアクチュエータを用いることが好ましい。アクチュエータ 106 により検出されたインク消費状態は、インク残量検出判定手段 726 に出力され、インク残量検出判定手段 726 はアクチュエータ 106 の検出結果に基づきインク残量を判定する。更に、インク残量検出手段 726 は、印刷動作及びフラッシング動作により吐出されるインク滴の数や、充填動作及びクリーニング動作により消費されたインク量から記録装置全体で消費したインク量を積算する。インク残量検出判定手段 726 は、積算して得たインク量をアクチュエータ 106 の検出結果に基づき補正してインクカートリッジ 701 に残存するインク量を判定する。インク残量検出判定手段 726 は、インクカートリッジ 701 内にインクが無いことを判定すると、提示処理部 736 に対してインク無しを提示させる。提示処理部 736 は、インク容器 1 内の液体の有無を検出したアクチュエータ 106 に対応する情報を提示する。情報の提示には、ディスプレイおよびスピーカが用いられる。

インクカートリッジ 701 には電氣的に書き換え可能なメモリ装置である半導体記憶手段 7 が、脱着可能に装着されている。この半導体記憶手段 7 にはインクに関する、特にインクの消費量に関する情報が記憶されている。その他にも、例えばインクの製造年月日などの日付コード、インクの種類、取り外し回数など、適切な記録を可能にするために必要なインクに関する情報も記憶されている。半導体記憶手段 7 は、読出し・書込み制御手段 738 に接続される。読出し・書込

み制御手段738は、フレキシブルケーブル740により制御装置730に接続されている。制御手段730は、インク残量検出判定手段726がアクチュエータ106を駆動して検出したインクカートリッジ701内のインク残量の情報を読出し・書込み手段738を用いて半導体記憶手段7に書込む。

インクカートリッジ交換判定手段720は、キャリッジ700のインクカートリッジ701が対向する位置、この実施形態ではキャリッジ700のカートリッジ受け面にインクカートリッジ701により押圧操作されるスイッチ714からの信号を受けてインクカートリッジ701の装着、及び取り外しを検出する。

インクジェット記録装置は、非記録領域に記録ヘッド702を封止するキャップ712を搭載する。キャップ712は、吸引ポンプ718にチューブを介して接続され、負圧の供給を受けて記録ヘッド702の全ノズルからインクを吐出することで記録ヘッド702のノズル開口をクリーニングする。吸引制御手段728は、制御手段730による制御を受けて記録ヘッド702をキャップ712により封止させ、ポンプ駆動手段744により吸引ポンプ718の吸引力や、吸引時間を制御してインク吐出能力回復のために記録ヘッド702からインクを強制的に排出させる。更に、吸引制御手段728は、インクカートリッジ701が交換されたときに、インクカートリッジ701から記録ヘッド702へインクを吸引することにより記録ヘッド702にインクを充填して記録ヘッド702を印刷可能な状態にする。

記録・フラッシング制御手段724は、ヘッド駆動手段742により記録ヘッド702にインク滴吐出のための駆動信号を出力して印刷を実行させる。更に、記録・フラッシング制御手段724はキャッピング等のフラッシング位置に存在する記録ヘッド702に前述と同様の駆動信号を出力して全てのノズル開口からインク滴を吐出させることにより増粘したインクをインク受けに吐出させる。このフラッシング動作により記録ヘッド702のノズル開口部の目詰まり等を洗い流すことができる。

インクジェット記録装置は、インクジェット記録装置を外部から操作するための操作パネル704を備える。操作パネル704には、電源スイッチ706をオン・オフする電源スイッチ706、インクカートリッジ701を交換する指令を

操作するインクカートリッジ交換指令スイッチ708、記録ヘッド702をクリーニングする指令を操作するヘッドクリーニング指令スイッチ710が配置されている。電源遮断検出手段734は、電源スイッチ706のオン・オフを検出してその状態を示す信号を出力するとともに、電源スイッチ706により電源オフの指令が行われた場合には所定の電源遮断処理を実行した後、装置への電源の供給を停止する。

制御手段730は、操作パネル704のインクカートリッジ交換指令スイッチ708、クリーニング指令スイッチ710、電源遮断検出手段734、及びインク残量検出判定手段726からの信号を受け、電源オン処理、電源オフ処理、クリーニング処理、インク残量チェック処理、印刷処理、及びインクカートリッジ交換処理等の動作を統括する。更に、制御手段730は電源投入時や、印刷が停止状態の時、又は電源オフ処理時において、アクチュエータ106を駆動させてインク残量検出判定手段726にインク消費量を判定させてインク消費量の情報を半導体記憶手段7に書込む。

次にインクジェット記録装置の動作について説明する。電源スイッチ706の操作により電源が投入されると、制御手段730は半導体記憶手段7からインクカートリッジ701内のインク消費量の情報を読み出す。次に、記録ヘッド702のクリーニングが必要か判断し、ヘッドのメンテナンスの必要がある場合はヘッドクリーニングなどのメンテナンスを行う。このヘッドメンテナンスは、フラッシング動作及びクリーニング動作を含む。メンテナンス終了後、制御手段730は、インク残量検出判定手段726を制御してアクチュエータ106を駆動させ、インクカートリッジ701内のインク残量を検出する。

キャリッジ700及び記録ヘッド702が停止してから非記録状態が所定時間継続すると、制御手段730はインク残量検出判定手段726を制御してアクチュエータ106を駆動させてインクカートリッジ701内のインク残量を検出する。印刷信号が入力されると、制御手段730の制御に基づいて記録ヘッド702により印刷が行われる。印刷期間中に記録ヘッド702から吐出されたインク滴は、インク残量検出判定手段726によりインク消費量として積算される。

制御手段730は、印刷中に改行操作、改頁操作、給排紙動作、あるいはユー

ザにより印刷停止指令が発せられて強制的に印刷が停止されたことを検出すると、インク残量検出判定手段726を制御してアクチュエータ106を駆動させてインクカートリッジ701内のインク残量を検出する。

印刷動作が所定時間継続すると、制御手段730はキャリッジ700を移動することにより記録ヘッド702をキャップ712の位置にセットし、記録ヘッド702の保守動作を実施する。制御手段730は、保守動作として記録フラッシング制御手段724によりヘッド駆動手段742を駆動して所定インク滴数のインクを記録ヘッド702から吐出させる。このフラッシング動作により記録ヘッド702のノズル開口近傍で増粘しているインクが排出されて目詰まりが予防される。フラッシング動作により排出されたインク滴は、インク残量検出判定手段726によりインク消費量として積算される。

以下、このようにして印刷を継続することになるが、フラッシング動作によっても目詰まりが解消できず、ユーザの目視や、ドット抜け検出手段によりドット抜けが検出された場合には、記録ヘッド702の保守動作としてクリーニングが実施される。

ユーザによるクリーニング指令スイッチ710の操作により、制御手段730は記録ヘッド702をキャップ712の位置に移動させた後、吸引ポンプ718を駆動して記録ヘッド702からインクを吸引する。吸引ポンプ718により記録ヘッド702のノズル開口に負圧が作用し、記録ヘッド702内のインクが強制的にキャップ712に排出されて記録ヘッド702がクリーニングされる。このクリーニングによって消費されるインク量は、インク残量検出判定手段726によりインク消費量として積算される。更に、インク残量検出判定手段726は、クリーニング動作中にアクチュエータ106を駆動させてインクカートリッジ701内のインク残量を検出する。インク残量検出判定手段726は、アクチュエータ106によって検出されたインク残量に基づいて積算によって得たインク消費量を補正する。

印刷が終了して電源スイッチ706がオフに操作されると、電源遮断検出手段734から電源が遮断されたことを示す信号が制御手段730に出力される。制御手段730は、キャリッジモータ制御手段722によりキャリッジ700を移

動させて記録ヘッド702をキャップ712によって封止させる。次に、インク残量検出判定手段726はアクチュエータ106を駆動させてインクカートリッジ701内のインク残量を検出する。制御手段730は、インク残量検出判定手段726が検出したインク消費量を読み出し・書込み手段738によって半導体記憶手段7に書込む。インク残量情報の半導体記憶手段7への書込みの終了が確認された段階で、電源遮断手段734は、装置全体への電力の供給を停止する。

以上述べたように、本実施形態のインクジェット記録装置は、記録ヘッド702の非記録状態時において、例えば、電源投入時及びオフ時、記録用紙752の給排紙時、記録ヘッド702の保守動作時において、インクの消費状態を検出するので、インク消費状態の検出のために印刷のスループットを低下させたり、印刷速度を低下させない。また、キャリッジ700及び記録ヘッド702が停止してから所定の時間経過後にインク残量を検出するので、キャリッジ700の移動によるインクカートリッジ701内のインクの揺れが停止した後のインク残量を正確に検出することができる。特に振動を用いてインク残量を検出するアクチュエータ106を用いた液体検出手段の場合、インクの揺れが検出誤差となるが、このような誤差が発生することなく正確にインク残量を検出できる。更に、キャリッジ700の停止状態時かつ記録ヘッド702の非記録状態時は、キャリッジ駆動モータ716及び記録ヘッド702を駆動するモータが停止しており、キャリッジ駆動モータ716及び記録ヘッド702を駆動するモータの駆動時のノイズをさけてインク消費量を計測することができるので、より正確にインク消費量を検出することができる。

次に、図14から図19のフローチャートを参照して、インクジェット記録装置の制御手段730が実行する処理の流れを詳細に説明する。

図14は、記録装置の電源投入時における処理の流れを示す。記録装置の電源が投入されると(S10)、制御手段730はインクカートリッジ701の半導体記憶手段7から半導体記憶手段7に格納された液体消費情報を読み出す(S12)。液体消費情報としては、例えば、インク製造日、インク残量、及びインクカートリッジの開封日時などがあり、これらのデータに基づいて制御手段730はインクカートリッジ701の使用が可能か否かを判断する。



次に、制御手段730は、ヘッドクリーニングなどのメンテナンスが必要か否かの判断をして(S14)、メンテナンスの必要がなければ(S14, NO)、インク残量検出判定手段726にインクカートリッジ701内のインク残量の検出を指示する。インク残量検出判定手段726は、アクチュエータ106を駆動してインクカートリッジ701内のインク消費状態を検出する(S20)。インク残量検出判定手段726は、アクチュエータ106が検出したインク消費状態に基づいて半導体記憶手段7から読み出した液体消費情報を補正する(S21)。インク残量検出判定手段726による液体消費情報の補正後、記録装置は印刷の待機状態に入る(S24)。

ヘッドのメンテナンスの必要がある場合は(S14, YES)、ヘッドクリーニングなどのメンテナンスを行う(S16)。例えば、前回の記録装置使用時から所定の期間以上過ぎていたりして、記録ヘッド702に対してクリーニングなどのメンテナンスが必要な場合は、このステップS16においてヘッドメンテナンスを行う。このヘッドメンテナンスは、フラッシング動作及びクリーニング動作を含む。尚、最初にインクカートリッジ701の半導体記憶手段7から読み込んだインク残量が、ヘッドメンテナンスを実施するのに適しないほどに僅少である場合は、ヘッドメンテナンスは実施しない。

次に、ヘッドメンテナンスが終了すると(S16)、制御手段730はインク残量検出判定手段726を用いてヘッドメンテナンスにおいて使用したインク量に基づいてインク残量を算出させる(S19)。更に、制御手段730はインク残量検出判定手段726にアクチュエータ106を用いたインクカートリッジ701内のインク残量の検出を指示する。インク残量検出判定手段726は、アクチュエータ106を駆動してインクカートリッジ701内のインク消費状態を検出する(S20)。インク残量検出判定手段726は、アクチュエータ106が検出したインク残量に基づいてヘッドメンテナンスにおけるインク使用量から算出したインク残量を補正する(S21)。インク残量検出判定手段726によるインク残量の補正後、記録装置は印刷の待機状態に入る(S24)。

電源投入時は、非記録状態であるので、インク消費状態の検出のために印刷のスループットを低下させたり、印刷速度を低下させない。また、キャリッジ70

0及び記録ヘッド702が停止した状態なので、インクカートリッジ701内のインクが揺れていない状態のインク残量を検出することができる。更に、キャリッジ駆動モータ716及び記録ヘッド702を駆動するモータが停止しているので、キャリッジ駆動モータ716及び記録ヘッド702を駆動するモータの駆動時のノイズをさけてインク消費量を計測することができ、より正確にインク消費量を検出することができる。

図15は、印刷時に制御手段730が行う処理(S130)の流れを示す。制御手段730は、待機状態(S30)において、図示しないホスト装置から印刷データを受信すると(S32)、その印刷データから印刷イメージを作成して記録ヘッド702を駆動して印刷イメージを記録用紙752上に印刷する(S34)。制御手段730は、印刷実行中にインク残量検出判定手段726を用いて印刷で使用したインク量を計算することによりインクカートリッジ701内のインク残量を計算させる(S35)。具体的には、吐出したドット数と1ドットに使用されるインク量とを積算して使用インク量を算出し、インクカートリッジの残量からこの使用インク量を減算してインク残量を計算させる。

印刷が終了して(S36)、所定の時間が経過すると(S38)、制御手段730はインク残量検出判定手段726にインクカートリッジ701内のインク残量の検出を指示する。インク残量検出判定手段726は、アクチュエータ106を駆動してインクカートリッジ701内のインク消費状態を検出する(S40)。そして、インク残量検出判定手段726はアクチュエータ106が検出したインク消費状態に基づいて計算によって得たインク残量を補正する(S41)。その後、記録装置は印刷の待機状態に入る(S44)。

印刷終了後の非記録状態時においてインクの消費状態を検出するので、インク消費状態の検出のために印刷のスループットを低下させたり、印刷速度を低下させない。また、キャリッジ700及び記録ヘッド702が停止してから所定の時間経過後にインク残量を検出するので、キャリッジ700の移動によるインクカートリッジ701内のインクの揺れが停止した後のインク残量を正確に検出することができる。更に、キャリッジ700の停止状態時かつ記録ヘッド702の非記録状態時は、キャリッジ駆動モータ716及び記録ヘッド702を駆動するモ

ータが停止しており、キャリッジ駆動モータ 7 1 6 及び記録ヘッド 7 0 2 を駆動するモータの駆動時のノイズをさけてインク消費量を計測することができるので、より正確にインク消費量を検出することができる。

図 1 6 は、記録ヘッド保守時の処理の流れを示す。制御手段 7 3 0 は、待機状態 (S 8 0) において所定の時間が経過すると (S 8 2)、記録ヘッド 7 0 2 をキャップ 7 1 2 の位置に移動させてクリーニング動作を可能にする (S 8 4)。制御手段 7 3 0 は、記録ヘッド 7 0 2 をキャップ 7 1 2 の位置に移動させた後、吸引ポンプ 7 1 8 を駆動して記録ヘッド 7 0 2 からインクを吸引し、記録ヘッド 7 0 2 内のインクを強制的に排出する (S 9 8)。クリーニングによって消費されたインク量がインク残量検出判定手段 7 2 6 により算出され、インクカートリッジ 7 0 1 内のインク残量が算出される (S 1 0 0)。更に、インク残量検出判定手段 7 2 6 はクリーニング動作中にアクチュエータ 1 0 6 を駆動させてインクカートリッジ 7 0 1 内のインク残量を検出する (S 1 0 2)。インク残量検出判定手段 7 2 6 は、アクチュエータ 1 0 6 が検出したインク残量に基づいて算出して得たインク残量を補正する (S 1 0 4)。その後、記録装置は印刷の待機状態に入る (S 1 0 8)。

記録ヘッド 7 0 2 の保守動作時は印刷動作が停止しており、印刷停止状態においてインクの消費状態を検出するので、インク消費状態の検出のために印刷のスループットを低下させたり、印刷速度を低下させない。また、キャリッジ 7 0 0 及び記録ヘッド 7 0 2 が停止している状態でインク残量を検出するので、インクカートリッジ 7 0 1 内のインクが揺れていない状態のインク残量を検出することができる。更に、キャリッジ駆動モータ 7 1 6 及び記録ヘッド 7 0 2 を駆動するモータが停止しており、キャリッジ駆動モータ 7 1 6 及び記録ヘッド 7 0 2 を駆動するモータの駆動時のノイズをさけてインク消費量を計測することができるので、より正確にインク消費量を検出することができる。

また、記録ヘッド 7 0 2 のクリーニングの際のインク消費量は比較的大きいので、液面の通過を検出するようにアクチュエータ 1 0 6 が配置されている場合には、クリーニング動作中における液面通過を確実に検出することができる。さらに、クリーニング動作の全期間中のどのタイミングで液面通過が検出されたかを

検出することによって、クリーニング終了時における液面レベルを知ることができる。

図17は、記録用紙752の給排紙時に制御手段730が行う処理の流れを示す。制御手段730は、待機状態(S50)において、図示しないホスト装置から印刷データを受信すると(S52)、その印刷データから印刷イメージを作成して記録ヘッド702を駆動して印刷イメージを用紙上に印刷する(S54)。制御手段730は、印刷実行中にインク残量検出判定手段726を用いて印刷で使用したインク量を計算することによりインクカートリッジ701内のインク残量を計算させる(S55)。印刷実行中に、改行操作、改頁操作、及び給排紙動作が開始することにより印刷が停止されると(S56)、改行操作、改頁操作、及び給排紙動作実行中に、制御手段730は、インク残量検出判定手段726を制御してアクチュエータ106を駆動させてインクカートリッジ701内のインク残量を検出する(S58)。そして、インク残量検出判定手段726はアクチュエータ106が検出したインク消費状態に基づいて計算によって得たインク残量を補正する(S59)。改行操作、改頁操作、及び給排紙動作が終了すると(S62)、図14に示した印刷時の制御手段の処理(S130)が印刷実行ステップ(S34)から再開される。液体消費情報補正(S41)が終了した後、記録装置は印刷の待機状態に入る(S74)。

記録用紙752の給排紙時は印刷が停止しており、その状態においてインクの消費状態を検出するので、インク消費状態の検出のために印刷のスループットを低下させたり、印刷速度を低下させない。また、キャリッジ700及び記録ヘッド702が停止している状態でインク残量を検出するので、インクカートリッジ701内のインクが揺れていない状態のインク残量を正確に検出することができる。更に、キャリッジ駆動モータ716及び記録ヘッド702を駆動するモータが停止しており、キャリッジ駆動モータ716及び記録ヘッド702を駆動するモータの駆動時のノイズをさけてインク消費量を計測することができるので、より正確にインク消費量を検出することができる。

図18は、電源オフ時において制御手段730が行う処理の流れを示す。電源スイッチ706がオフに操作されると(S110)、制御手段730はキャリッ

ジモータ制御手段722によりキャリッジ700を移動させて記録ヘッド702をキャップ712によって封止させる(S112)。次に、インク残量検出判定手段726はアクチュエータ106を駆動させてインクカートリッジ701内のインク残量を検出する(S114)。その後、電源遮断手段734は記録装置全体への電力の供給を停止して(S118)処理を終了する(S120)。

電源オフ時においてインクの消費状態を検出するので、インク消費状態の検出のために印刷のスループットを低下させたり、印刷速度を低下させない。また、インクカートリッジ701内のインクが揺れていない状態のインク残量を正確に検出することができる。更に、キャリッジ駆動モータ716及び記録ヘッド702を駆動するモータが停止しており、キャリッジ駆動モータ716及び記録ヘッド702を駆動するモータの駆動時のノイズをさけてインク消費量を計測することができるので、より正確にインク消費量を検出することができる。

図19は、電源オフ時に制御手段730が行う処理の流れの他の実施形態を示す。アクチュエータ106を駆動させてインクカートリッジ701内のインク残量を検出する(S114)処理までは、図18の処理の流れと同様である。インク残量検出処理の後、制御手段730はインク残量検出判定手段726が出力したインク残量の情報を液体消費情報として半導体記憶手段7に書込む(S116)。半導体記憶手段7に液体消費情報が書き込まれた後、電源遮断手段734は、記録装置全体への電力の供給を停止して(S118)、処理を終了する(S120)。

電源オフ時にアクチュエータ106が検出したインクカートリッジ701内のインク残量の情報を半導体記憶手段7に格納することによって、インクカートリッジ701が再び記録装置に取り付けられたときに半導体記憶手段7に格納されたインク残量の情報を読み出して、読み出したインク残量の情報に基づいて記録装置を制御することができる。

次に、本発明の他の実施形態について説明する。

図20は、本実施形態のインクジェット記録装置の制御機構を示すブロック図である。このインクジェット記録装置は、インク滴を記録用紙に吐出して記録する記録ヘッド702と、記録ヘッド702を記録用紙の幅方向(主走査方向)に

往復移動させるキャリッジ700と、キャリッジ700に装着され、記録ヘッド702にインクを供給するインクカートリッジ180とを有する。キャリッジ700はキャリッジ駆動モータ716に接続されている。キャリッジ駆動モータ716を駆動することによりキャリッジ700及び記録ヘッド702が記録用紙の幅方向に往復移動する。キャリッジモータ制御手段722は、制御手段730からの制御を受けてキャリッジ駆動モータ716を制御して、キャリッジ700を印刷のために往復移動させる他、フラッシング及びクリーニング操作時には記録ヘッド702をキャップ712の位置に移動させる。

更にインクカートリッジ180には、インクカートリッジ180内のインク消費状態を検出するための圧電装置の一実施形態であるアクチュエータ106が装着されている。アクチュエータ106は圧電体素子によって形成され、インク残量の変化に伴う音響インピーダンスの変化を検出することによりインクカートリッジ180内のインク残量を検出することができる。圧電装置はアクチュエータ106の形態に限られず、他の形態のセンサを用いてもよい。アクチュエータ106により検出されたインク消費状態は、インク残量検出判定手段726に出力され、インク残量検出判定手段726はアクチュエータ106の検出結果に基づきインク残量を判定する。インク残量検出判定手段726は、インクカートリッジ180内にインクが無いことを判定すると、提示処理部736に対してインク無しを提示させる。提示処理部736は、インク容器1内の液体の有無を検出したアクチュエータ106に対応する情報を提示する。情報の提示には、ディスプレイおよびスピーカが用いられる。

インクジェット記録装置は、非記録領域に記録ヘッド702を封止するキャップ712を搭載する。キャップ712は、吸引ポンプ718にチューブを介して接続され、負圧の供給を受けて記録ヘッド702の全ノズルからインクを吐出することで記録ヘッド702のノズル開口をクリーニングする。吸引制御手段728は、制御手段730による制御を受けてキャリッジモータ制御手段722を制御することにより記録ヘッド702をキャップ712の位置に移動してキャップ712により封止させ、ポンプ駆動手段744により吸引ポンプ718の吸引力や、吸引時間を制御してインク吐出能力回復のために記録ヘッド702からイン

クを強制的に排出させる。

記録・フラッシング制御手段724は、ヘッド駆動手段742により記録ヘッド702にインク滴吐出のための駆動信号を出力して印刷を実行させる。更に、記録・フラッシング制御手段724はキャップ712の位置に移動された記録ヘッド702に駆動信号を出力して全てのノズル開口からインク滴を吐出させることにより増粘したインクをインク受けに吐出させる。このフラッシング動作により記録ヘッド702のノズル開口部の目詰まり等を洗い流すことができる。制御手段730は、インク残量検出判定手段726からの信号を受け、フラッシング処理、クリーニング処理、インク残量チェック処理、及び印刷処理の動作を統括する。

図20に示したインクジェット記録装置を用いた本発明の一実施形態のインク消費状態検出方法を説明する。インクジェット記録装置に装着されたインクカートリッジ180内のインクKが消費されて、アクチュエータ106の装着位置よりインクの液面が低くなったときに、アクチュエータ106は、インクカートリッジ180内にインクKが無いことを検出してインク残量検出判定手段726に通知する。

しかし、アクチュエータ106がインクエンドを検出したときに、必ずしもインクカートリッジ180内のインクKが消費され尽くしたわけではなくて、アクチュエータ106の装着位置より下にはインクKが多少残っていることがある。アクチュエータ106近傍に気泡が付着した場合も同様なことが起こりうる。このインクカートリッジ180内に残されたインクKを有効に利用するために、本実施形態はインクカートリッジ180を移動することによりインクカートリッジ180内のインクKを揺り動かす。このインクKが揺れ動いている状態においてアクチュエータ106によってインク残量を検出するので、少しでもインクカートリッジ180内にインクKが残っていればインクKの存在を検出して残されたインクを利用することができる。

また、インクカートリッジ内の溝や穴等の形状が複雑な箇所にインクKが溜まっていたり、固まっていたりするために実際より少ない量のインクKをアクチュエータ106が検出してインクエンドを通知することがある。そのときにインク

カートリッジ180を揺り動かして攪拌することによって複雑な箇所に溜まったり、固まったりしたインクKを均等に均したり、溶かしたりすることによって、残されたインクKを有効に利用することができる。

例えば、アクチュエータ106がインクカートリッジ180内にインクKが無いことを検出すると、インク残量検出判定手段726は制御手段730にインクエンドを通知する。すると制御手段730はキャリッジモータ制御手段722を制御してキャリッジ駆動モータ716を駆動し、キャリッジ700を所定の時間移動する。キャリッジ700に装着されたインクカートリッジ180は、キャリッジ700と共に移動するので、インクカートリッジ180内のインクKが振り動かされる。インクカートリッジ180を揺り動かすことによってインクKの液位がアクチュエータ106の装着位置より高くなることがある。このキャリッジ700の移動中にアクチュエータ106によってインクの消費状態を検出することによって、少しでもインクカートリッジ180内にインクKが存在すると、アクチュエータ106はインクカートリッジ180内にインクKが有ることを検出することができる。

キャリッジ700を移動する際に、キャリッジ700の移動速度は通常のキャリッジ700の記録時の移動速度より速いことが好ましい。速い速度でキャリッジ700を移動することによって、インクKが揺れ動いたときのインクKの液面上昇がより大きくなりインクカートリッジ180内に少しでもインクKがあると検出することができるので、インクカートリッジ180内のインクを有効に利用することができる。

更に、アクチュエータ106がインクカートリッジ180内にインク無しを検出したときにキャリッジ700を移動することによって、インクカートリッジ180内のインクKを攪拌してインクカートリッジ180内の複雑に形成された箇所に溜まったり、固まったりしたインクを均等にしたり、溶かしたりすることができる。キャリッジ700を移動する際に、キャリッジ700の移動速度は通常のキャリッジ700の記録時の移動速度より速く移動することによって、より効果的にインクカートリッジ180内のインクを攪拌することができる。

また、キャリッジ700を移動中にインクKの消費状態を複数回検出して1回



でもインクカートリッジ180にインクKがあると検出されたときにインクカートリッジ180内にインクKが残っていると判定してもよい。この操作によって少しでもインクカートリッジ180内にインクKがあるときにインクKの存在を検出することができる。また、キャリッジ700を移動中にインクKの消費状態を複数回検出して、複数の検出結果の平均値に基づいてインクカートリッジ180内にインクKが残っているか否かを判定してもよい。複数の検出結果の平均値を用いることにより検出の誤差を抑えることができる。ここでいう検出結果とは、消費量を検出するためにセンサが検出する検出量のことであり、アクチュエータの場合、共振周波数や振動振幅といった量、光センサの場合、反射や透過の光量のことである。

また、キャリッジ700の移動終了後、所定の時間が経過してからアクチュエータ106を用いてインクカートリッジ180内のインク残量を測定してもよい。この場合、アクチュエータ106は、インクカートリッジ180内のインクKの液面が静止してからインク残量を検出するのでインク残量を正確に検出することができる。更に記録ヘッド180及びキャリッジ700が駆動することにより発生されるノイズの影響を受けずにインク残量を検出することができる。キャリッジ700が停止してからインク残量を測定する場合におけるキャリッジ700を移動する目的は、インクカートリッジ180内のインクKを攪拌してインクカートリッジ180内の複雑に形成された箇所にも溜まったり、固まったりしたインクを均等にしたり、溶かすことによって利用できるインクの量を増やすことにある。

また、キャリッジ700の移動とアクチュエータ106によるインク残量の再検出のサイクルを複数回実行してもよい。例えば、キャリッジ700の移動とアクチュエータ106のインク残量検出のサイクルを複数回実行して1回でもアクチュエータ106がインク有りとして検出した場合は、インクカートリッジ180内にインクがまだ有ると判定してもよい。複数回キャリッジを移動することでインクを攪拌する回数を増やし、1回でもアクチュエータ106がインク有りとして検出した場合にインク有りとして判定することによって、インクカートリッジ180内にインクが有るにもかかわらず、インク無しと判定されてインクが有効利用されないことを防ぐ。

また、キャリッジ700の移動とアクチュエータ106のインク残量検出のサイクルを複数回実行して、アクチュエータ106によるインク残量検出結果の平均を算出し、算出された平均値に基づいてインクカートリッジ180内にインクが有るか無いかを判断してもよい。複数回インク残量を検出してその平均を求めることによって検出の誤差を少なくして、インクカートリッジ180内にインクが残っているかどうかを正確に判断することができる。

上記のアクチュエータ106による再度のインク残量検出の結果、インク残量検出判定手段726がインクカートリッジ180内にまだインクが有ると判定した場合、インクジェット記録装置は記録待機状態又は記録状態に入る。インク残量検出判定手段726が再度インクエンドを判定した場合、制御手段730は所定の低インク量対応処理を行う。低インク量対応処理は、インクが残り少なくなったことを考慮して、不適切な印刷等の記録装置の動作を禁止または抑制する処理である。

低インク量対応処理として、制御手段730は提示処理部736にインクエンドを提示させる。提示処理部730は、ディスプレイやスピーカ等を含み、インクジェット記録装置のユーザに対してディスプレイやスピーカ等によりインクエンドを通知する。また、制御手段730は、キャリッジモータ制御手段722によってキャリッジ700の移動を停止し、記録・フラッシング制御手段724及びヘッド駆動手段742を介して記録ヘッドを停止することにより印刷動作を停止してインクKの消費を抑える。また、制御手段730は記録・フラッシング制御手段724によるフラッシングの動作を停止してインクKの消費を抑える。更に、制御手段730は、吸引制御手段728及びポンプ駆動手段744を制御してクリーニング操作を禁止し、クリーニング操作によるインクカートリッジ180内のインクKの消費を抑える。

図21は、図20に示したインクカートリッジ及びインクジェット記録装置の具体的な例を示す。複数のインクカートリッジ180は、それぞれのインクカートリッジ180に対応した複数のインク導入部182及び記録ヘッド186を有するインクジェット記録装置に装着される。複数のインクカートリッジ180は、それぞれ異なった種類、例えば色のインクを収容する。複数のインクカートリッ

ジ180のそれぞれの側面には、少なくとも音響インピーダンスを検出する手段であるアクチュエータ106が装着されている。アクチュエータ106をインクカートリッジ180に装着することによって、インクカートリッジ180内のインク残量を検出することができる。

インクジェット記録装置は、インク導入部182、ホルダー184、及び記録ヘッド186を有する。記録ヘッド186からインクが噴射されて記録動作が実行される。インク導入部182は空気供給口181と図示しないインク導入口とを有する。空気供給口181はインクカートリッジ180に空気を供給する。インク導入口はインクカートリッジ180からインクを導入する。インクカートリッジ180は空気導入口185とインク供給口187とを有する。空気導入口185はインク導入部182の空気供給口181から空気を導入する。インク供給口187はインク導入部182のインク導入口にインクを供給する。インクカートリッジ180が空気導入口185から空気を導入することによって、インクカートリッジ180からインクジェット記録装置へのインクの供給を促す。ホルダー184は、インクカートリッジ180からインク導入部182を介して供給されたインクを記録ヘッド186に連通する。

図22は、アクチュエータ106を先端に設置したモジュール体100をインクカートリッジ180に装着したときのインク容器の底部近傍の断面図である。モジュール体100は、インクカートリッジ180の側壁を貫通するように装着されている。インクカートリッジ180の側壁とモジュール体100との接合面には、リング365が設けられ、モジュール体100とインクカートリッジ180との液密を保っている。リングでシールが出来るようにモジュール体100は円筒部を備えることが好ましい。モジュール体100の先端がインクカートリッジ180の内部に挿入されることで、プレート110の貫通孔112を介してインクカートリッジ180内のインクがアクチュエータ106と接触する。アクチュエータ106の振動部の周囲が液体か気体かによってアクチュエータ106が検出する音響インピーダンスが異なるので、モジュール体100を用いてインクの消費状態を検出することができる。

図22においてインクKの液位は、貫通孔112の近傍に位置する。この時点

でアクチュエータ 106 にはインク K が接触しないのでアクチュエータ 106 はインク無しを検出する。このときにアクチュエータ 106 の装着位置より下にあるインク K の存在を検出するためにキャリッジ 700 を移動し、キャリッジ 700 の移動中にアクチュエータ 106 によってインク残量を検出する。キャリッジ 700 の移動中にインクカートリッジ 180 内のインク K の液面は揺れ動くので、インク K の液位はアクチュエータ 106 の装着位置より上となり、アクチュエータ 106 の装着位置より下に存在するインク K の存在を検出することができる。

また、インク K の液位がアクチュエータ 106 よりも上にあるにもかかわらず、アクチュエータ 106 近傍に気泡が付着してインク無しと誤検出した場合でも、キャリッジ移動により液面を揺らすことによって気泡を排除しインクの存在を検出することができる。更に、インクカートリッジ 180 内にインク K が固まって固化物 800 を形成している場合がある。キャリッジ 700 を移動してインクカートリッジ 180 内のインク K を攪拌することによって固化物 800 を溶かす。そして、キャリッジ 700 の移動中にインク残量を検出することによってアクチュエータ 106 の装着位置より下にあるインクの存在を検出して有効に利用することができる。また、キャリッジ 700 の移動終了後所定時間が経過してからアクチュエータ 106 によってインク残量を検出する場合、インク K を攪拌することにより固化物 800 が溶かされてインク液位がアクチュエータ 106 よりも上にくると、インクカートリッジ 180 に残されたインクを検出することができる。

図 23A は、アクチュエータ 106 がインクなしを検出したときに、キャリッジ 700 の移動によってインクカートリッジ 180 を移動させてアクチュエータ 106 によりインク消費状態を再検出する動作を示す。図 23A の (A) は、インクカートリッジ 180 が静止している状態を示す。図 23A の (B) はインクカートリッジ 180 が図 23A の (A) の中央の位置から図 23A の左方の端へ移動した状態を示す。ここで左方への移動を往路とする。一方、図 23A の (C) はインクカートリッジ 180 が図 23A の (B) の左方の端から右方の端へと移動した状態を示す。ここで右方への移動を復路とする。図 23A の (D) はインクカートリッジ 180 が往路から復路へと折り返した直後の時点の状態を示す。

図23Aの(A)のインクカートリッジ180が静止している状態において、インクKの液位はアクチュエータ106よりも低い。そのためアクチュエータ106はインクエンドを検出する。ここでインクカートリッジ180を往路の方向、すなわち左方へ移動すると、図23Aの(B)の左端の位置でインクKの液面はインクカートリッジ180内の左方へ寄って傾斜する。次にインクカートリッジ180を復路の方向、すなわち右方へ移動すると、図23Aの(C)の右端の位置でインクKの液面はインクカートリッジ180内の右方へ寄って傾斜し、一時的にインク液位がアクチュエータ106の装着位置より高くなる。このときにアクチュエータ106によってインク残量を測定することによってアクチュエータ106の装着位置より下に存在するインクを検出することができる。更に、インクKが左右へ揺らされることによって攪拌されてインクKの固化物800を溶かすことができるので、本当の残量以下に測定されていたインク残量を正確に測定することができる。

また、図23Aの(B)に示すようにキャリッジ700が移動する左端の位置に突起200を設けて、キャリッジ700が左端に到達したときにインクカートリッジ180を突起200に衝突させることでインクカートリッジ180に衝撃を与えてもよい。インクカートリッジ180に衝撃を与えることでインクKを攪拌してインクKの固化物を溶かしたり、インクカートリッジ180の複雑に成形された場所に詰まったインクを除去することにより、インクカートリッジに残されたインクを有効に利用することができる。

また、キャリッジ700の移動が終了してインクカートリッジ180が図23Aの(A)に示す元の位置に戻ってから所定の時間が経過した後に、アクチュエータ106によってインク残量を測定してもよい。この場合インクKを攪拌することにより固化物800が溶かされてインク液位がアクチュエータ106よりも上にくると、インクカートリッジ180に残されたインクを検出することができる。インクカートリッジ180を往路及び復路と複数回移動してインクKを十分攪拌してから測定することが好ましい。

また、図23Aの(C)のようにインクカートリッジ180が往路から復路へとほぼ折り返したときにインク残量を測定するのではなく、図23Aの(D)に

示すようにインクカートリッジ180が往路から復路へ折り返した直後にインク残量を測定してもよい。この時点においても右側に傾斜したインクKの液位はアクチュエータ106よりも上にくるのでアクチュエータ106はインクの存在を検出することができる。また、図23Aの(B)に示すように、インクカートリッジ180を突起200に衝突させたとき、又は復路から往路へとインクカートリッジ180が移動して左端に達したときにインクKの液位はアクチュエータ106よりも上にくるので、これらのときにアクチュエータ106を用いてインクの存在を検出してもよい。図23Bの(A)'、(B)'、(C)'、及び(D)'は、図23Aの(A)～(D)のアクチュエータ106をキャリッジ移動方向側面に設けた場合を示す。液体がアクチュエータ106より上まで達しやすいので、液体とアクチュエータ106が接しやすくなり、インクの存在検出がより正確になる。

図24は、本発明のインク消費状態検出方法の検出手順を示す。まず、アクチュエータ106によってインクカートリッジ180内のインク消費状態を検出する(S810)。アクチュエータ106がインクエンドを検出した場合(S812)、キャリッジ700を往復移動することによってインクカートリッジ180内のインク液面を揺り動かす(S814)。キャリッジ700が往路から復路へほぼ折り返したとき、又は往路から復路へ折り返した直後にアクチュエータ106によってインクカートリッジ180内のインク消費状態を再度検出する(S818)。

更に、キャリッジ700を移動中(S814)にインクKの消費状態を複数回検出して(S818)、1回でもインクカートリッジ180にインクKが有ると検出されたときにインクカートリッジ180内にインクKが残っていると判定してもよい(S820)。また、キャリッジ700を移動中(S814)にインクKの消費状態を複数回検出して(S818)、複数の検出結果の平均値に基づいてインクカートリッジ180内にインクKが残っているか否かを判定してもよい(S820)。

また、キャリッジ700の移動(S814)が終了した後、所定の時間が経過してからアクチュエータ106によってインクカートリッジ180内のインク消

費状態を再度検出してもよい（S 8 1 8）。また、インク消費状態検出ステップ（S 8 1 0）からインクエンド再検出ステップ（S 8 2 0）までを複数回繰り返してそのうち一回でもインク有りと判定されればインク有りと判定してもよい。また、インク消費状態検出ステップ（S 8 1 0）からインクエンド再検出ステップ（S 8 2 0）までを複数回繰り返してインク残量の平均値を算出し、算出した平均値に基づいてインクエンドを判定してもよい。

以上述べた検出動作によりインクエンドが検出されると（S 8 2 0）、所定の低インク量対応処理が実施される（S 8 2 2）。インクエンド検出ステップ（S 8 1 2、S 8 2 0）においてインクエンドが検出されない場合、キャリッジ 7 0 の移動を伴うインク消費状態の検出動作を終了する。

次に、本発明の他の実施形態について説明する。

本実施形態は、アクチュエータ等の圧電装置を用いたインクカートリッジのインク消費状態の効果的な計測方法に関するものである。一般的にインクの消費状態の計測で重要なことは、インクの残量があとどの程度であるかが分かること、及びインク終了の直前にインクカートリッジの交換が確実にできるようにインク終了を検出忘れ及び誤検出しないことである。従って、インク終了等を確実に検出することができれば、インクカートリッジ内でインクが満たされている状態からインク終了となるまでを常時計測する必要はない。

そこで、本実施形態のインク消費状態の計測方法では、インクジェット記録装置の動作履歴に基づいて、既に説明したアクチュエータ等の圧電装置によるインク消費状態の計測タイミングを制御する。ここで、動作履歴とは、インクジェット記録装置のスイッチがONとなっていた履歴、キャリッジの動作履歴、記録ヘッドの動作履歴等を示す。大まかなインク残量の予測はこれら動作履歴から知ることができるので、動作履歴に応じてインク消費状態の計測を適切な回数と頻度で行うようにする。

図 2 5 は、本実施形態のインク消費状態検出方法で使用する制御システムの構成例を示す概念図である。インクジェット記録装置の記録ヘッド部 1 3 4 0 は、キャリッジ 1 3 3 0 によって走査方向に往復移動する。キャリッジにはインクカートリッジ 1 3 1 0 が着脱可能に装着されている。インクカートリッジ 1 3 1 0

は、インクカートリッジ内のインクの残量を計測するアクチュエータ等の圧電装置 1320 と半導体記憶手段 1300 を有する。

圧電装置 1320 を適切に作動させてインク消費状態を計測するために、圧電装置 1320 は、液体消費状態検出部 1200 と制御回路部 1100 に接続される。

液体消費状態検出部 1200 は、圧電装置 1320 による信号を測定する測定回路部 1220 とインクの消費状態を検出する検出回路部 1210 を有する。

制御回路部 1100 は、半導体記憶手段 1300 の情報を制御する情報記憶制御回路部 1110 を有する。また、制御回路部 1100 は、ヘッド部 1340 でのインク消費量を算出する液体吐出カウンタ 1140 と液体吐出カウンタ 1140 に基づき液体消費量を計算する消費量算出部 1130 を有する。さらに、制御部 1120 はインクジェット記録装置の各部の動作を制御するために、キャリッジ駆動部 1360 とヘッド駆動部 1350 とクリーニング駆動部 1370 とに接続される。

キャリッジ駆動部 1360 は、キャリッジ部 1330 を駆動させ、ヘッド駆動部 1350 は、ヘッド部 1340 を駆動させる。さらに、クリーニング駆動部 1370 は、クリーニング部 1390 に移動したヘッド部 1340 をポンプ 1380 を用いてクリーニングする。なお、図では半導体記憶手段 1300 がインクジェット記録装置の駆動時間等の情報を記憶しているが、記憶手段はこれに限定されず記録装置制御部 1000 に設けた記憶メモリ等であってもよい。

次に、インクカートリッジ内のインク消費状態を計測する圧電装置の計測タイミングを制御する処理の流れを説明する。上述したようにインク消費状態の計測頻度は、インクジェット記録装置の様々な部位の動作履歴を計測することで決めることができる。例えば、ヘッド部 1340 を移動させるキャリッジ部 1330 の動作の累積時間の増加に応じてインク残量が予測できるので、インク消費状態の計測頻度を高くする。

このような処理において、制御部 1120 は、必要に応じて半導体記憶手段 1300 から情報記憶制御回路部 1110 を通じて前回までの累積駆動時間を読み出す。続いて、制御部 1120 は、キャリッジ部 1330 がキャリッジ駆動部 1



360を駆動させた時間を計測して、読み出した駆動累積時間に加えて合計の累積駆動時間を算出する。

この合計の駆動累積時間に基づいて、累積時間が長い程、制御部1120は検出回路部1210を制御して圧電装置1320からの信号を計測する測定回路部1220の測定頻度を高くするように設定する。

なお、インクジェット記録装置では適切な印刷品質を保つため、ヘッド部のクリーニングやフラッシングといったヘッドメンテナンス処理が行われる。従って、これらの処理によってポンプ1380に吸収された廃インク量を計測して、インクカートリッジ1310内のインク残量を制御部で計算する。この計算結果をインク消費状態計測の制御シーケンスに反映させれば、さらに適切にインク消費状態の計測制御をすることができる。

以下では、上記図25で示した制御システムを用いたインクの消費状態計測の適切な制御シーケンスについて説明する。インクジェット記録装置の動作履歴に基づくインク消費状態の計測方法には、大きく分けて累積時間や累積計測回数に基づく計測制御とキャリッジ等の部材の動作終了からの経過時間に基づく計測制御がある。図26では累積時間に、図27では累積計測回数に基づく計測方法を説明し、図28及び図29でキャリッジの動作終了からの経過時間に基づく計測方法について説明する。

図26は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、インクジェット記録装置の累積駆動時間に基づいて処理する流れを示す図である。ここで、インクジェット記録装置の駆動には、キャリッジの駆動や記録ヘッドの駆動等が含まれる。以下、処理の流れについて説明する。

インクジェット記録装置のスイッチをONにする(ステップS700)。次に、半導体記憶手段等の記憶部から前回までの累積駆動時間を読み出す(ステップS702)。読み出した累積駆動時間が、予め設定された所定時間を経過しているか否かを判断する(ステップS704)。読み出した累積駆動時間が、所定時間内であれば、インク消費状態の計測頻度を低く(計測間隔を長く)設定する(ステップS708)。一方、読み出した累積駆動時間が、所定時間を経過していれば、インク消費状態の計測頻度を高く(計測間隔を短く)設定する(ステップS

706)。その後、設定された計測頻度でインク消費状態の計測を行う（ステップS710）。計測後は、インクジェット記録装置の累積駆動時間を記憶部に記憶させる（ステップS712）。最後に、インクジェット記録装置をストップしないのであれば（ステップS714）、ステップS702に戻って処理を繰り返し、ストップするのであれば（ステップS714）処理を終了する。

なお、上記と同様な処理を記録ヘッドの累積駆動時間に応じて行ってもよい。記録ヘッドの駆動時間を判断するには、ヘッド駆動用に供給される駆動電圧の累積供給時間を測定するとよい。

以上のように、インクジェット記録装置の累積駆動時間に応じてインク消費状態計測頻度を変化させることで、インク残量がまだ多い時の不必要な計測を減らすことができる。また、累積駆動時間が増えるに従って計測頻度が増すので、インク残量が少なくなった時にインク終了を見逃すことなく検出できる。

図27は、図26の累積駆動時間に基づいて計測制御する流れの別の実施形態を示す図である。ステップS202までは図26と同様な処理を行う。続いて、記憶部より読み出した累積駆動時間から計測頻度を設定する（ステップS204）。

次に、設定された計測頻度に応じた遅延動作を行う（ステップS206）。その後、設定された計測頻度でインク消費状態の計測を行う（ステップS208）。以後は図26と同様な処理である。

上記の図26での計測方法は、累積時間が所定時間を越えたか否で計測頻度の高低のどちらかに設定した。しかし、実際の印刷では、累積駆動時間が長くなるのに応じて、インクの消費が常に一定のペースで進む訳ではない。従って、累積時間が長くてもインクがあまり消費されていないことがある。インク残量があるにも係わらず計測頻度が高くなると、インク残量は急に変化しないため不必要な計測となることが多い。そこで、図27では累積時間に応じた計測頻度設定をし、さらに設定された計測頻度に応じた遅延動作も行うことでインク残量に応じた適切な計測頻度を維持できるようにした。

なお、上記と同様な処理を記録ヘッドの累積駆動時間に応じて行ってもよい。記録ヘッドの駆動時間を判断するには、ヘッド駆動用に供給される駆動電圧の累

積供給時間を測定するとよい。

以上のように、インクジェット記録装置の累積駆動時間に応じてインク消費状態計測頻度を変化させることで、インク残量がまだ多い時の不必要な計測を減らすことができる。また、累積駆動時間が増えるに従って計測頻度が増すので、インク残量が少なくなった時にインク終了を見逃すことなく検出できる。

図28は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、インク消費状態計測回数に基づいて処理するの流れを示す図であり、図26とは異なる実施形態を示す。以下、処理の流れについて説明する。

インクジェット記録装置のスイッチをONにする(ステップS300)。次に、半導体記憶手段等の記憶部から前回までの累積計測回数を読み出す(ステップS302)。読み出した累積計測回数が、予め設定された所定回数を越えているか否かを判断する(ステップS304)。読み出した累積計測回数が、所定回数内であれば、インク消費状態の計測頻度を低く(計測間隔を長く)設定する(ステップS308)。一方、読み出したインク消費状態計測回数が、所定回数を越えていれば、インク消費状態の計測頻度を高く(計測間隔を短く)設定する(ステップS306)。その後、設定された計測頻度でインク消費状態の計測を行う(ステップS310)。計測後は、累積計測回数を記憶部に記憶させる(ステップS312)。最後に、インクジェット記録装置をストップしないのであれば(ステップS314)ステップS302に戻って処理を繰り返し、ストップするのであれば(ステップS314)処理を終了する。

以上のように、累積計測回数に応じてインク消費状態計測頻度を変化させることで、インク残量がまだ多い時の不必要な計測を減らすことができる。また、インク消費状態の計測回数が増えるに従って計測頻度が増すので、インク残量が少なくなった時にインク終了を見逃すことなく検出できる。

図29は、図28の累積計測回数に基づいて処理する流れの別の実施形態を示す図である。以下、処理の流れについて説明する。ステップS402までは図28と同様な処理を行う。続いて記憶部より読み出した累積計測回数に応じた計測頻度を設定する(ステップS404)。さらに、設定された計測頻度に応じた遅延動作を行う(ステップS406)。その後インク消費状態の計測を行う(ステ

ップS 4 0 8)。以後は図 2 8 と同様な処理である。

上記の図 2 8 での計測制御は、累積計測回数が所定回数を越えたか否で計測頻度の高低のどちらかに設定した。しかし、実際の印刷では累積計測回数が多くなるのに応じて、インクの消費が常に一定のペースで進む訳ではない。従って、累積計測回数が多くてもインクがあまり消費されていないことがある。インク残量があるにも係わらず計測頻度が高くなると、インク残量は急に変化しないため不必要な計測となることが多い。そこで、図 2 9 では累積計測回数に応じた計測頻度設定をし、さらに設定された計測頻度に応じた遅延動作も行うことでインク残量に応じた適切な計測頻度を維持できるようにした。

以上、図 2 6 ～図 2 9 で累積時間及び累積計測回数に基づく計測方法を説明した。続いて、これらとは異なる実施形態であるキャリッジの動作終了からの経過時間に基づく計測方法について説明する。

図 3 0 は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、キャリッジの動作履歴に基づいて処理する流れを示す図である。以下、処理の流れについて説明する。

インクジェット記録装置のスイッチを ON にする（ステップ S 5 0 0）。次に、図 2 5 で示した記録装置制御部 1 0 0 0 の制御部 1 1 2 0 から、インクカートリッジに取り付けられている圧電装置 1 2 2 0 に対して、インク消費状態の計測指示信号が送られる（ステップ S 5 0 2）。

キャリッジが最後に移動した時点から、インク消費状態の計測指示信号が送られる時までの経過時間が、予め設定された所定時間を経過しているか否かを判断する（ステップ S 5 0 4）。所定時間を経過していれば、直ちにインク消費状態の計測を行う（ステップ S 5 0 6）。一方、所定時間を経過していなければ、別の所定時間経過までインク消費状態の計測を遅延させてから（ステップ S 5 0 8）、インク消費状態の計測を行う（ステップ S 5 0 6）。なお、ステップ S 5 0 8 の別の所定時間は、ステップ S 5 0 4 の所定時間と同じであってもよい。

インク消費状態の計測が終了したら、リセットする（ステップ S 5 1 0）。リセット後にインクジェット記録装置が ON であれば（ステップ S 5 1 2）、ステップ S 5 0 2 に戻り処理を繰り返す。インクジェット記録装置が ON でなければ（ステップ S 5 1 2）、処理を終了する。

上記処理においては、ステップS 5 0 4とステップS 5 0 8でそれぞれ所定時間が定められている。これらの所定時間は、別々に長短自由に設定できる。例えば、ステップS 5 0 4の所定時間を10時間とし、ステップS 5 0 8の所定時間を2時間とする。インクジェット記録装置を前回使用してから10時間経過していれば、直ちにインク消費状態を計測する。一方、前回使用してから1時間しか経過していないのであれば、ステップS 5 0 8の所定時間である2時間待機してからインク消費状態の計測を行うようにする。なお、ステップS 5 0 4で設定される所定時間は、インクジェット記録装置を連続駆動させてインクが無くなる時間よりも短い方が好ましい。

また、所定時間は上記のように時間の単位だけでなく、秒単位であってもよくいろいろな時間間隔を設定できる。例えば、ステップS 5 0 4の所定時間を10秒とし、ステップS 5 0 8の所定時間を5秒とする。インクジェット記録装置を前回使用してから10秒経過していれば、直ちにインク消費状態を計測する。一方、前回使用してから2秒しか経過していないのであれば、ステップS 5 0 8の所定時間である5秒待機してからインク消費状態の計測を行うようにする。

このように、所定時間を設けることで、不必要なインク消費状態の計測を減らすことができる。

図31は、インク消費状態の計測のタイミングの制御を、キャリッジの動作履歴に基づいて処理する流れの別の実施形態を示す図である。ここでの処理は、図30に比べて短時間内でのキャリッジの動作履歴を想定する。以下、処理の流れについて説明する。

インクジェット記録装置のスイッチをONにする（ステップS 6 0 0）。次に、図25で示した記録装置制御部1000の制御部1120から、インクカートリッジに取り付けられている圧電装置1220に対して、インク消費状態の計測指示信号が送られる（ステップS 6 0 2）。

キャリッジが最後に移動した時点から、インク消費状態の計測指示信号が送られる時までの経過時間が、予め設定された所定時間を経過しているか否かを判断する（ステップS 6 0 4）。所定時間を経過していれば、計測頻度を低く（計測回数少なく）設定してインク消費状態の計測を行う（ステップS 6 0 6）。一方、

所定時間を経過していなければ、計測頻度を高く（計測回数を多く）設定してインク消費状態の計測を行う（ステップS608）。

計測後、全計測回数の中で、インク「有」又は「無」と計測した回数を求める。次に、このインク「有」又は「無」と計測した回数からインク「有」又は「無」の割合を求めて、最終的なインク消費状態の判定をする（ステップS412）。例えば、全10回の計測の中で、8回をインク「無」と計測した場合に、インク「無」と判定する。なお、この判定基準は、ステップS404の所定時間の長短によって高低をつけることが好ましい。

上記処理では、図28に比べて短時間の所定時間を想定している。例えば、キャリッジが最後に動いてから3～5秒しか経過していないとすると、インクカートリッジ内のインクは未だ波打っていることが予想される。このような状態でインクの残量が少ないと、インク消費状態の計測を行う圧電装置にインクが接したり、接しなかったりして計測の信頼性が低い。そこで、例えば所定時間を1分として、1分経過前ならばインクが波打っており安静状態ではないと判断して、インク消費状態の計測頻度を高く（回数を多く）する。このようにすれば、インク消費状態計測の信頼性が上がり誤検出を防止できる。一方、1分経過後ならばインクが安静状態であると判断して、インク消費状態の計測頻度を低く（回数を少なく）する。このようにすれば、無駄なインク消費状態計測を減らすことができる。なお、所定時間の設定はインクの粘度等の性質によって変化させることが好ましい。

ところで、上述の図26～図31に示したインク消費状態検出方法では、キャリッジの駆動累積時間等の増加により計測を制御して、正確なインク終了の検出を行えるようにした。また、所定時間内でのインク誤検出を防止するためにインク消費状態の計測頻度を高くした。さらに、インク消費状態の計測精度を上げるためには、計測頻度が高くなるに従って圧電装置が発振してその残留振動によって発生する逆起電力の波形の周期的ピーク値の計測個数（図12A、図12B参照）を多くして計測の正確さを高めるようにすることが好ましい。

次に、本発明の他の実施形態について説明する。

図32～図36では、本実施形態であるインクジェット記録装置の記録ヘッド

から射出されるインク消費量を積算することで計算されるインク容器内のインク消費状態の計測方法と、圧電変換機能を有する圧電装置を用いたインクカートリッジ内のインクの消費状態の計測方法とを組み合わせたインク消費状態の計測方法について説明する。

なお、以下ではインクカートリッジ内のインク消費状態計測を例にとって説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、インク容器内のインクの消費状態計測一般に用いることができる。

一般的にインクの消費状態の計測で重要なことは、インクの残量があとどの程度であるかが分かること、及びインク終了の直前にインクカートリッジの交換が確実にできるようにインク終了を検出忘れ及び誤検出しないことである。従って、上述したインク終了等を確実に検出することができれば、インクカートリッジ内でインクが満たされている状態からインク終了となるまでを常時詳細に計測する必要はない。

本実施形態のインク消費状態の計測方法では、上述の2つのインク消費状態検出方法を適宜組み合わせることで、単一の方法で計測するよりも適切にインク残量を計測しインク終了を検出できるようにする。

図32は、本実施形態のインク消費状態検出方法で使用される制御システムの構成例を示す概念図である。インクジェット記録装置の記録ヘッド部1340は、キャリッジ1330によって走査方向に往復移動する。キャリッジにはインクカートリッジ1310が着脱可能に装着されている。インクカートリッジ1310は、インクカートリッジ内のインクの残量を計測するアクチュエータ等の圧電装置1320と半導体記憶手段1300を有する。

圧電装置1320を適切に作動させてインク消費状態を計測するために、圧電装置1320は、液体消費状態検出部1200と制御回路部1100に接続される。

液体消費状態検出部1200は、圧電装置1320による信号を測定する測定回路部1220とインクの消費状態を検出する検出回路部1210を有する。

制御回路部1100は、半導体記憶手段1300の情報を制御する情報記憶制御回路部1110を有する。また、制御回路部1100は、ヘッド部1340での

インク消費量を算出する液体吐出カウンタ 1140 と液体吐出カウンタ 1140 に基づき液体消費量を計算する消費量算出部 1130 を有する。さらに、制御部 1120 はインクジェット記録装置の各部の動作を制御するために、キャリッジ駆動部 1360 とヘッド駆動部 1350 とクリーニング駆動部 1370 とに接続される。また、制御部 1120 は、インク消費状態の計測結果を表示部 1400 にさせる。表示部 1400 はインクジェット記録装置側のディスプレイでもよいし、インクジェット記録装置が接続されるパーソナルコンピュータ側のディスプレイ等であってもよい。

キャリッジ駆動部 1360 は、キャリッジ部 1330 を駆動させ、ヘッド駆動部 1350 は、ヘッド部 1340 を駆動させる。さらに、クリーニング駆動部 1370 は、クリーニング部 1390 に移動したヘッド部 1340 をポンプ 1380 を用いてクリーニングする。なお、図では半導体記憶手段 1300 がインク消費状態やインク特性等の様々なパラメータ情報を記憶しているが、記憶手段はこれに限定されず記録装置制御部 1000 に設けた記憶メモリ等であってもよい。

次にインクカートリッジ内のインク消費状態を計測にあたって、記録ヘッドから射出されるインク消費量の積算に基づく計測と圧電装置を用いた計測のタイミングを制御する流れの一例を説明する。上述したようにインク消費状態の計測は、インク残量とインク終了を適切に計測できれば常時詳細に行わなくてもよい。

例えば、インクカートリッジにインクが満たされている状態から計測位置レベル近傍の状態になるまでは厳密なインク残量の計測は必ずしも必要ないので、インク消費量の積算に基づく方法でインク消費状態を監視する。続いて、計測位置レベル近傍の状態からインク終了の状態までは、インク終了を逃すことなく適切に検出するために圧電装置を使用した方法でインク消費状態の計測を行う。

ここで、「計測位置レベル」とは、アクチュエータ等の圧電装置が実際にインクの液面通過を計測できるインク残量レベルのことを示す。また、計測位置レベル近傍とは、計測位置レベルのインク残量になる手前のインク残量、つまり計測位置レベルよりも一定のインク量が余分にある状態のインク残量を示す。この一定のインク量は、インク消費量に基づくインク消費状態の計測誤差を吸収できる量以上であることが好ましい。



このような処理において、制御部 1120 は、必要に応じて半導体記憶手段 1300 から情報記憶制御回路部 1110 を通じて前回までのインク消費量やインク滴の容量等の情報を読み出す。読み出された情報はさらに液体消費量算出部 1130 へ送られる。液体吐出カウンタ 1140 は、ヘッド駆動部 1350 によって駆動するヘッド部 1340 が吐出したインク滴の回数を数える。液体消費量算出部 1130 は、これら制御部 1120 から送られてきた情報と液体吐出カウンタ 1140 によるカウント値等からインクの残量を計算する。

この計算されたインク残量値が、少なくとも設定された計測位置レベル近傍の量になるまでは、制御部 1120 の制御により記録ヘッドから射出されるインク消費量の積算に基づく計測を続けてインク消費状態を監視する。計算されたインク残量が計測位置レベル近傍の量より少なくなると、制御部 1120 は、アクチュエータ等の圧電装置 1320 を用いてインク消費状態計測を行い始めるように検出回路部 1210 及び測定回路部 1220 を制御する。制御部 1120 より計測指示を受けた圧電装置は、計測位置レベル近傍からインク終了までインク消費状態の計測を行う。これにより、インク終了をタイミングを逃すことなく確実に検出できる。

ところで、インクジェット記録装置では適切な印刷品質を保つため、ヘッド部 1340 のクリーニングやフラッシングといったヘッドメンテナンス処理が行われる。従って、これらの処理によってポンプ 1380 に吸収された廃インク量を計測して、インクカートリッジ 1310 内のインク残量を制御部 1120 で計算する。このようにインク消費量の積算を、記録ヘッドから吐出されたインク滴数の積算と上記ヘッドメンテナンス処理のインクの積算とから計算し、この計算結果をインク消費状態計測の制御シーケンスに反映させれば、さらに適切にインク消費状態の計測をすることができる。なお、インク消費状態の計測結果は表示部 1400 で表示されるため、インクジェット記録装置のユーザーは、適宜インク消費状態の確認をすることができる。以上のような制御システムを用いて、インク消費量の積算に基づく計測と圧電装置を用いた計測とを組み合わせることで、適切にインク残量を計測しインク終了を検出することができる。

以下では、上記図 3 2 で示した制御システムを用いて、インク消費量の積算に基づく計測方法と圧電装置を用いた計測方法とを組み合わせたインク消費状態の計測方法の適切な制御シーケンスについて説明する。

図 3 3 は、インク消費量の積算に基づく計測方法と、圧電装置を用いた計測方法とを組み合わせたインク消費状態の計測方法の処理の流れの 1 例を示す図である。以下、この処理の流れについて説明する。

インクジェット記録装置のスイッチを ON にして（ステップ S 1 1 0 0）、図 3 2 で示した半導体記憶手段 1 3 0 0 等の記憶手段からインク容器内のインク残量や計測に必要な各種パラメータを読み出す（ステップ S 1 1 0 2）。次に、本実施形態で使用するインク消費量の積算に基づくインク消費状態の計測を行うためにインク滴数のカウントを開始する。一方、この段階ではアクチュエータ等の圧電装置による計測はまだ行わない（ステップ S 1 1 0 4）。

この設定された計測方法でインク消費状態の計測を行う（ステップ S 1 1 0 6）。インク消費状態の計測結果から、インク残量が計測位置レベル近傍の量になっていなければ（ステップ S 1 1 0 8）、引き続きインク消費状態の計測を行う（ステップ S 1 1 0 6）。一方、インク残量が計測位置レベル近傍の量になっていれば（ステップ S 1 1 0 8）、ステップ S 1 1 1 0 に進む。ステップ S 1 1 1 0 では、インク消費量の積算に基づく計測を止めるためにインク滴数のカウントを OFF にし、圧電装置による計測は ON にする。

この設定された計測方法でインク消費状態の計測を行う（ステップ S 1 1 1 2）。計測結果からインク終了と判断しなければ（ステップ S 1 1 1 4）引き続きインク消費状態の計測を行い（ステップ S 1 1 1 2）、インク終了と判断すれば（ステップ S 1 1 1 4）低レベルインク処理動作を行い処理を終了する（ステップ S 1 1 1 6）。ここで、低レベルインク処理動作とは、インク残量が所定インク残量になるとインクジェット記録装置が行う周辺動作の一つである。周辺動作には、その他各種パラメータを変更させたり、プリンタドライバに各種データを送ったり等する動作がある。所定インク量は、周辺動作に応じて自由に設定することができる。この低レベルインク処理動作は、インクジェット記録装置のユーザーにインク終了を知らせる動作であり、例えば、図 3 2 で示した表示部 1 4

00にインク終了の表示をさせたり、インクジェット記録装置を停止させたり、警告音を鳴らす等の動作を示す。なお、印刷途中でインク終了する等の印刷不良を防止するために、インク終了は適当な少量のインクが残っている状態で判断されることが好ましい。

以上より、インク残量が多いときにはインク消費量の積算に基づく計算からインク消費状態を計測し、インク残量が計測位置レベル近傍の量を経過した後は圧電装置を用いてインク消費状態の計測を行うことで、適切にインク残量を計測しインク終了を適切なタイミングで検出することができる。

なお、計測位置レベル近傍のインク残量は、インク容器に装着する圧電装置の数や形状や取り付け位置によって異なる。例えば、インク容器の側壁に圧電装置を取り付ける場合には、インク容器の底部から圧電装置までの距離によって、設定する計測位置レベル近傍のインク量は異なる。また、インク消費量の積算に基づくインク消費状態の計測では、設定された計測位置レベル近傍のインク量を実際の計測位置レベルを経過した後で計測することのないように計測誤差を考慮する。つまり、計測誤差に耐えうる十分なインク量を考慮して計測位置レベル近傍のインク量を設定することが好ましい。

また、上記の処理ではインク滴数のカウントをステップS1110でOFFにしたが、より適切な計測を行うためにインク消費量による計測を続けてもよい。この場合、最終的にインク終了の判断をインク消費量の積算に基づく計算結果情報か圧電装置の計測結果情報のいずれを用いてするかは自由である。

図34は、インク消費量の積算に基づく計測方法と、圧電装置を用いた計測方法とを組み合わせたインク消費状態の計測方法の別の処理の流れを示す図である。以下、この処理の流れについて説明する。

インクジェット記録装置のスイッチをONにして（ステップS1200）。図32で示した半導体記憶手段1300等の記憶手段からインク容器内のインク残量や計測に必要な各種パラメータを読み出す（ステップS1202）。次に、本実施形態で使用するインク消費量の積算に基づくインク消費状態の計測を行うためにインク滴数のカウントを開始し、同時にアクチュエータ等の圧電装置による計測も開始する（ステップS1204）。ここでは、圧電装置の計測頻度は低い。

この設定された計測方法でインク消費状態の計測を行う（ステップS 1 2 0 6）。インク消費状態の計測結果の内、圧電装置によって計測された情報に基づいてインク消費量の積算に基づいて計算されたインク残量の値を補正する（ステップS 1 2 0 8）。さらに、プリンタ動作を制御する各種のパラメータ値を補正してもよい。

インク残量が計測位置レベル近傍の量になっていなければ（ステップS 1 2 1 0）、再びインク消費状態の計測を行う（ステップS 1 2 0 6）。一方、インク残量が計測位置レベル近傍の量になっていれば（ステップS 1 2 1 0）、ステップS 1 2 1 2に進む。ステップS 1 2 1 2では、インク消費量の積算に基づく計測を止めるためインク滴数のカウントをOFFにする。また、インク終了を確実に検出できるように圧電装置による計測頻度は高くする（ステップS 1 2 1 2）。

この設定に基づいてインク消費状態の計測を行う（ステップS 1 2 1 4）。計測結果からインク終了と判断しなければ（ステップS 1 2 1 6）引き続きインク消費状態の計測を行い（ステップS 1 2 1 4）、インク終了と判断すれば（ステップS 1 2 1 6）低レベルインク処理動作を行い処理を終了する（ステップS 1 2 1 8）。

なお、上記ステップS 1 2 0 4及びステップS 1 2 1 2において圧電装置の計測頻度を変えている。通常、図5のような小型のモジュール体に取り付けられた圧電装置自体の計測頻度を変えればよいが、以下のように圧電装置を装着、制御してもよい。

圧電装置がインク容器の側壁に垂直方向に複数個装着されている場合には、圧電装置の取り付け間隔を側壁の上から下に向かって狭くする。特に計測位置レベル近傍のインク残量以下の部分では取り付け間隔を狭くすることが好ましい。このようにすれば、インク消費に伴って計測頻度を自動的に高くすることができる。また、垂直方向に長く延びる圧電装置を用いる場合には、この圧電装置自体の計測頻度を変化させることで連続的にインク消費状態を計測できる。

なお、上記の処理ではインク滴数のカウントをステップS 1 2 1 2でOFFにしたが、より適切な計測を行うためにインク消費量の積算に基づく計測を続けてもよい。ただし、インク残量が計測位置レベル近傍を経過した後にインク消費量

の積算に基づく計測と圧電装置による計測を併存させた計測方法では、最終的にインク終了の判断をどちらの計測結果に基づいてするかは自由に設定できる。また、両者の計測結果に基づいて判断するように制御してもよい。

以上より、インク残量が多いときにはインク消費量の積算に基づく計測に、圧電装置による計測の結果を反映させて適切なインク残量計測を行うことができる。また、インク残量が計測位置レベル近傍の量より少なくなった後は圧電装置の計測頻度を高くして計測を行うことでインク終了を適切なタイミングで検出することができる。

図35は、インク消費量の積算に基づく計測方法と、圧電装置を用いた計測方法とを組み合わせたインク消費状態の計測方法のさらに別の処理の流れを示す図である。ここでの処理は、図33及び図34と異なりインク消費量の積算に基づく計測方法を主とした計測方法である。以下、この処理の流れについて説明する。

インクジェット記録装置のスイッチをONにして（ステップS1300）。図32で示した半導体記憶手段1300等の記憶手段からインク容器内のインク残量や計測に必要な各種パラメータを読み出す（ステップS1302）。次に、本実施形態で使用するインク消費量の積算に基づくインク消費状態の計測を行うためにインク滴数のカウントを開始し、アクチュエータ等の圧電装置による計測も開始する（ステップS1304）。

この設定に基づいてインク消費状態の計測を行う（ステップS1306）。インク消費状態の計測結果の内、圧電装置によって計測された情報によって、インク消費量の積算に基づいて計算されたインク残量の値を補正する（ステップS1308）。さらに、プリンタ動作を制御する各種のパラメータ値を補正してもよい。

インク終了と判断しなければ（ステップS1310）引き続きインク消費状態の計測を行い（ステップS1306）、インク終了と判断すれば（ステップS1310）低レベルインク処理動作を行い処理を終了する（ステップS1312）。なお、低レベルインク処理動作とは、所定のインク消費量の積算後に、インクジェット記録装置のユーザーにインク終了を知らせる動作のことであり、例えば、図32で示した表示部1400にインク終了の表示をさせたり、所定枚数を印刷

後にインクジェット記録装置を停止させたり、警告音を鳴らす等の動作を示す。なお、印刷途中でインク終了する等の印刷不良を防止するために、インク終了は適当な少量のインクが残っている状態で判断されることが好ましい。

以上より、圧電装置による計測情報に基づいてインク残量を補正しながらインク消費量の積算に基づく計測を行うことで、インクジェット記録装置の使用環境によるインク特性の変化等の要因から生じる計算値と実際値の差が低減でき、適切なインク消費状態の計測を行うことができる。なお、ステップS 1 3 0 4で圧電装置の計測頻度は自由に設定できるが、インク消費量の積算に基づく計測の誤差が大ききい場合には計測頻度を高くするとよい。

図36は、インク残量が計測位置レベル近傍の量を経過した後の計測方法の別の処理の流れを示す図である。以下で説明する処理は、図32、図33のインク残量が計測位置レベル近傍の量を経過した後の処理に適用してもよい。

インク消費状態の計測を行いインク残量が計測位置レベル近傍の量を経過（ステップS 1 4 0 0）した後、圧電装置をONにする（ステップS 1 4 0 2）。なお、インク残量が計測位置レベル近傍の量になる前までの計測は、インク消費量の積算に基づく計測又は圧電装置を用いた計測のどちらか一方又は両方であってもよい。

続いて、圧電装置を用いてインク消費状態の計測を行う（ステップS 1 4 0 4）。インク消費状態計測の結果、液面通過を計測しなければ（ステップS 1 4 0 5）、引き続きインク消費状態の計測を行う（ステップS 1 4 0 4）。一方、液面通過を計測すれば（ステップS 1 4 0 5）、ステップS 1 4 0 6に進む。なお、ここでの液面通過の計測は、第一回目に計測された液面通過には限定されず、何回目の液面通過に設定してもよい。また、圧電装置が複数装着されている場合には、どの圧電装置を液面通過の判断に使用するかも自由に設定できる。

ステップS 1 4 0 6では、この圧電装置による液面通過の計測時に得られた計測結果情報に基づいて、プリンタ動作を制御する各種パラメータを補正する（ステップS 1 4 0 6）。

ここで、各種パラメータとは、インク残量表示を正確にするパラメータ、メンテナンス処理動作の吸引量パラメータ、インク吐出量のパラメータ等をいう。各

種パラメータを補正することで、インク残量が少なくなってきたら、メンテナンス処理動作の吸引量を減少させたり、インク1滴あたりのインク量を減少させることができる。

次に、この補正した各種パラメータを用いて計測するとともに、インク消費状態の計測頻度を高くする（ステップS1408）。この設定に基づきインク消費状態の計測を続ける（ステップS1410）。最後に、計測結果の平均、つまりインク「有り」又は「無し」の平均回数からインク終了を判断する（ステップS1412）。例えば10回計測して8回がインク「無し」で2回がインク「有り」と計測すればインク「無し」のように判断する。

ステップS1412でインク終了と判断しなければ、引き続きインク消費状態の計測を行う（ステップS1410）。一方、ステップS1412でインク終了と判断すれば、低レベルインク処理動作を行い処理を終了する（ステップS1414）。

なお、上記の処理では、ステップS1405で液面通過を計測した後にステップS1406で各種パラメータの補正を一回だけ行っているが、液面通過を計測する毎に補正を行うようにしてもよい。

以上のように、インク残量が計測位置レベル近傍の量を経過してインク終了に近づくと、アクチュエータ等の圧電装置の計測結果情報から各種パラメータを補正し、さらに計測頻度を高く設定することでタイミングを逃すことなくインク終了を検出することができる。

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることができる。その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

本発明によれば、記録ヘッドの非記録状態においてインクの消費状態を検出するので、スループットの低下を招くことなくインク残量を判定することができる。また、本発明は、インク容器としてのインクカートリッジ内のインクが揺れていない状態のインク残量を検出することができるので、正確にインク残量を検出することができる。更に、本発明は、キャリッジ駆動モータ及び記録ヘッドを駆動

するモータの駆動時のノイズをさけてインク消費量を計測することができるので正確にインク消費量を検出することができる。

本発明によれば、圧電装置がインク容器内にインクが無いことを検出した場合でも、インク容器内に残されたインクの存在を検出し有効に利用することができる。

本発明によれば、インク容器、特にインクジェット記録装置に搭載されるインクカートリッジ内のインク消費状態の計測タイミングを、インクジェット記録装置の動作履歴に基づいて制御することで、インク消費状態を適切に計測をすることができる。

本発明によれば、インク容器、特にインクジェット記録装置で使用するインク容器内のインク消費状態を、記録ヘッドから射出されるインク消費量の積算に基づく計測方法と圧電装置を用いた方法計測とを組み合わせた計測方法を使用して計測することで、適切にインク残量を計測しインク終了を検出することができる。

#### 産業上の利用分野

本発明は、インクジェット記録装置に用いられるインク容器の内部のインクの消費状態を検出するために利用することができる。



## 請求の範囲

1. インク滴を吐出する記録ヘッドを有するインクジェット記録装置に搭載されるインク容器内のインクの消費状態を検出する方法であって、

前記記録ヘッドの非記録状態の時に、圧電素子を有する圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出することを特徴とするインク消費状態検出方法。

2. 前記記録ヘッドを清掃する保守動作中に、前記圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

3. 前記記録ヘッドからインクが吐出される記録媒体を前記記録装置に供給し又は排出する動作中に、前記圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

4. 前記記録装置の電源投入時に、前記圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

5. 前記記録装置の電源が切断されてから、前記記録装置が停止するまでの間に、前記圧電装置を用いて前記インク容器内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

6. 前記インク容器は、前記記録ヘッドを往復移動させるキャリッジに着脱自在に搭載されたインクカートリッジであり、前記キャリッジの移動が停止している間に前記圧電装置を用いて前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

7. 前記キャリッジの移動が停止してから所定の時間が経過した後に前記圧電装置を用いて前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第6項に記載のインク消費状態検出方法。

8. 前記圧電装置は、音響インピーダンスの変化を検出することによって前記インク容器内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第1

項に記載のインク消費状態検出方法。

9. 前記圧電装置の前記圧電素子は振動部を有し、前記圧電装置は、前記振動部に残留する残留振動によって発生する逆起電力に基づいて前記音響インピーダンスの変化を検出することによって、前記インク容器内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第8項に記載のインク消費状態検出方法。

10. 前記圧電装置が検出した前記インク容器内のインクの消費状態の情報を、前記インク容器に装着された記憶手段に格納し、

前記記憶手段に格納されたインクの消費状態の情報を読出し、

読み出したインクの消費状態の情報に基づいて、前記インク容器内のインクの消費状態の検出を実行するか否かを判断することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

11. 前記インク容器は、前記記録ヘッドを往復移動させるキャリッジに着脱自在に搭載されたインクカートリッジであり、

前記記録ヘッドの非記録状態の時に、前記圧電装置によって前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出する消費状態検出ステップと、

前記消費状態検出ステップによって前記インクカートリッジ内にインクが無いと検出された後に、前記圧電装置によって前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を再度検出する再確認ステップと、

を有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

12. 前記再確認ステップが、

前記消費状態検出ステップによって前記インクカートリッジ内にインクが無いと検出された後に、前記キャリッジを移動するキャリッジ移動ステップと、

前記圧電装置によって前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を所定のタイミングで再度検出する消費状態再検出ステップと、  
を有することを特徴とする請求の範囲第11項に記載のインク消費状態検出方法。

13. 前記キャリッジ移動ステップが、記録動作時に前記キャリッジを移動させる速度より速い速度で前記キャリッジを移動させることを特徴とする請求の範囲第12項に記載のインク消費状態検出方法。

14. 前記キャリッジ移動ステップが、前記キャリッジを移動させる間に前

記インクカートリッジに衝撃を与えることを特徴とする請求の範囲第12項に記載のインク消費状態検出方法。

15. 前記キャリッジ移動ステップが終了して所定時間が経過した後で前記消費状態再検出ステップを実行することを特徴とする請求の範囲第12項に記載のインク消費状態検出方法。

16. 前記キャリッジ移動ステップが前記キャリッジを移動中に前記消費状態再検出ステップを実行することを特徴とする請求の範囲第12項に記載のインク消費状態検出方法。

17. 前記キャリッジ移動ステップが前記キャリッジを往復移動させ、前記消費状態再検出ステップが、前記キャリッジが往路から復路へほぼ折り返して移動する時にインクの消費状態を再度検出することを特徴とする請求の範囲第16項に記載のインク消費状態検出方法。

18. 前記キャリッジ移動ステップが前記キャリッジを往復移動させ、前記消費状態再検出ステップが、前記キャリッジが往路を移動し終わり、復路の移動を開始した直後に前記インクの消費状態を再度検出することを特徴とする請求の範囲第16項に記載のインク消費状態検出方法。

19. 前記キャリッジ移動ステップが前記キャリッジを移動中に前記再確認ステップを複数回実行し、前記再確認ステップの検出結果に基づいて前記インクカートリッジ内のインクの有無を判定することを特徴とする請求の範囲第12項に記載のインク消費状態検出方法。

20. 前記再確認ステップを複数回実行し、前記消費状態再検出ステップにおいて所定の回数以上インクが有ると検出された場合、前記インクカートリッジ内にインクが有ると判定することを特徴とする請求の範囲第19項に記載のインク消費状態検出方法。

21. 前記再確認ステップを複数回実行し、前記消費状態再検出ステップの計測結果の平均値に基づいて前記インクカートリッジ内のインクの有無を判定することを特徴とする請求の範囲第19項に記載のインク消費状態検出方法。

22. 前記インクジェット記録装置の動作履歴に基づいてインクの消費状態の計測タイミングを制御することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク

消費状態検出方法。

23. 前記インクジェット記録装置の動作の累積に応じて計測頻度を高くすることを特徴とする請求の範囲第22項に記載のインク消費状態検出方法。

24. 前記動作の累積が、前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジの累積駆動時間であることを特徴とする請求の範囲第23項に記載のインク消費状態検出方法。

25. 前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジが最後に移動した時点から所定時間が経過した後にインク消費状態の計測タイミングがきたら、直ちに計測を行うことを特徴とする請求の範囲第22項に記載のインク消費状態検出方法。

26. 前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジが最後に移動した時点から所定時間が経過する前にインク消費状態の計測タイミングがきたら、前記所定時間経過後直ちに計測を行うことを特徴とする請求の範囲第22項に記載のインク消費状態検出方法。

27. 前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジが最後に移動した時点から所定時間が経過した後にインク消費状態の計測タイミングがきたら、計測間隔を短縮することを特徴とする請求の範囲第22項に記載のインク消費状態検出方法。

28. 前記記録ヘッドが搭載されたキャリッジが最後に移動した時点から所定時間が経過する前にインク消費状態の計測タイミングがきたら、計測間隔を増加することを特徴とする請求の範囲第22項に記載のインク消費状態検出方法。

29. 前記動作の累積が、前記記録ヘッドの累積駆動時間であることを特徴とする請求の範囲第23項に記載のインク消費状態検出方法。

30. 前記動作の累積が、インク消費状態の計測回数であることを特徴とする請求の範囲第23項に記載のインク消費状態検出方法。

31. 前記インクジェット記録装置又は前記インク容器に備えられる履歴メモリが、前記インクジェット記録装置の動作の累積時間又は累積計測回数の少なくとも一方を記憶することを特徴とする請求の範囲第22項に記載のインク消費状態検出方法。

32. 前記履歴メモリは、さらに前記圧電装置を用いた過去の計測履歴を記憶することを特徴とする請求の範囲第31項に記載のインク消費状態検出方法。

33. 前記圧電装置は、前記圧電素子から成る振動部を有し、前記振動部の残留振動によって発生する逆起電力の波形の周期的ピーク値を所定時点から所定個数分計測することで前記インク容器内のインクの消費状態を検出し、以後のインクの消費状態の検出においては、前記所定個数よりも多くの前記周期的ピーク値を計測してインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

34. 前記インク容器内のインクの消費状態の検出回数が多くなるのに応じて、前記逆起電力の波形の周期的ピーク値の所定時点からの所定個数を多く計測してインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第33項に記載のインク消費状態検出方法。

35. 前記インクジェット記録装置又は前記インク容器は記憶メモリを有し、前記記憶メモリが前記圧電装置のインクの消費状態の計測履歴を記憶することを特徴とする請求の範囲第33項に記載のインク消費状態検出方法。

36. 前記インク容器は、前記インクジェット記録装置に着脱自在に搭載されるインクカートリッジであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

37. 前記インクジェット記録装置で使用されたインク消費量を積算することによって前記インク容器内のインクの消費状態を算出する消費状態算出処理をさらに有し、

前記圧電装置は、前記圧電素子の設置位置である計測位置レベルを前記インク容器内のインクの液面が通過したか否かを検出してインクの消費状態を検出するものであり、

前記消費状態算出処理によって前記インク容器内のインクの消費状態を監視し、前記インク容器内のインクの液面が前記計測位置レベルに近づいたとを判断した後に、前記圧電装置によって前記インク容器内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

38. 前記消費状態算出処理によって算出された前記インク容器内のインク消費状態の計算結果情報と前記圧電装置によって計測された前記インク容器内のインク消費状態の計測結果情報とのいずれか一方の情報から前記インク容器内の

インク液面レベルを検出することを特徴とする請求の範囲第37項に記載のインク消費状態検出方法。

39. 前記インク液面レベルでのインク残量が所定インク残量になると、前記インクジェット記録装置が前記所定インク残量に応じた周辺動作を行うことを特徴とする請求の範囲第38項に記載のインク消費状態検出方法。

40. 前記所定インク残量がインク終了として設定されたインク残量であり、前記インク終了を検出すると前記インクジェット記録装置は低インク処理動作を行うことを特徴とする請求の範囲第39項に記載のインク消費状態検出方法。

41. 前記消費状態算出処理によって算出されたインク残量が前記計測位置レベル近傍の量になるまでは、前記圧電装置によるインク消費状態の計測を行わないことを特徴とする請求の範囲第37項に記載のインク消費状態検出方法。

42. 前記消費状態算出処理によって算出されるインク残量が前記計測位置レベル近傍の量になるまでは、前記圧電装置によるインク消費状態の計測頻度を低くすることを特徴とする請求の範囲第37項に記載のインク消費状態検出方法。

43. 前記消費状態算出処理によって算出されるインク残量が前記計測位置レベル近傍の量になった後は、前記圧電装置によるインク消費状態の計測頻度を高くすることを特徴とする請求の範囲第37項に記載のインク消費状態検出方法。

44. 前記インクジェット記録装置で使用されたインク消費量を積算することによって前記インク容器内のインクの消費状態を算出する消費状態算出処理をさらに有し、前記消費状態算出処理と前記圧電装置によるインク消費状態の検出処理とが併用され、

前記圧電装置は、前記圧電素子の設置位置である計測位置レベルを前記インク容器内のインクの液面が通過したか否かを検出してインクの消費状態を検出し、

前記圧電装置によって液面通過が検出された後は、前記圧電装置によるインク消費状態の複数の計測結果の平均からインク終了か否かの判定を行うことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のインク消費状態検出方法。

45. 前記圧電装置によって1度目の液面通過が計測されるまでは、前記圧電装置の計測頻度を低くすることを特徴とする請求の範囲第44項に記載のインク消費状態検出方法。

46. インク滴を吐出する記録ヘッドと、  
前記記録ヘッドにインクを供給するインクカートリッジと、  
前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出する圧電装置と、  
前記記録ヘッドの非記録状態の時に前記圧電装置がインクの消費状態を検出するように制御する制御手段と、  
を備えたことを特徴とするインクジェット記録装置。

47. 前記圧電装置は、音響インピーダンスの変化を検出することによって前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第46項に記載のインクジェット記録装置。

48. 前記圧電装置は、圧電素子から成る振動部を有し、前記振動部に残留する残留振動によって発生する逆起電力に基づいて、前記音響インピーダンスの変化を検出することによって、前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出することを特徴とする請求の範囲第47項に記載のインクジェット記録装置。

49. 前記圧電装置が検出した前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を格納する記憶手段を更に備えたことを特徴とする請求の範囲第46項に記載のインクジェット記憶装置。

50. 前記記憶手段が前記インクカートリッジに装着されていることを特徴とする請求の範囲第49項に記載のインクジェット記録装置。

51. 前記圧電装置は、前記インクカートリッジに装着された圧電素子を有することを特徴とする請求の範囲第46項に記載のインクジェット記録装置。

52. 前記記録ヘッドと前記インクカートリッジとを搭載して移動するキャリッジをさらに有し、

前記制御手段は、前記記録ヘッドの非記録状態の時に前記圧電装置が前記インクカートリッジ内にインクが無いと検出した後に、前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を再度検出するように前記圧電装置を制御する、ことを特徴とする請求の範囲第46項に記載のインクジェット記録装置。

53. 前記制御手段が、前記圧電装置が前記インクカートリッジ内にインクが無いと検出した後に前記キャリッジを移動させて、前記インクカートリッジ内のインクの消費状態を所定のタイミングで再度検出するように前記圧電装置を制

御することを特徴とする請求の範囲第 5 2 項に記載のインクジェット記録装置。

5 4. 前記キャリッジが移動する間に前記インクカートリッジに衝撃を与える衝撃手段を更に備えたことを特徴とする請求の範囲第 5 3 項に記載のインクジェット記録装置。



1 / 31

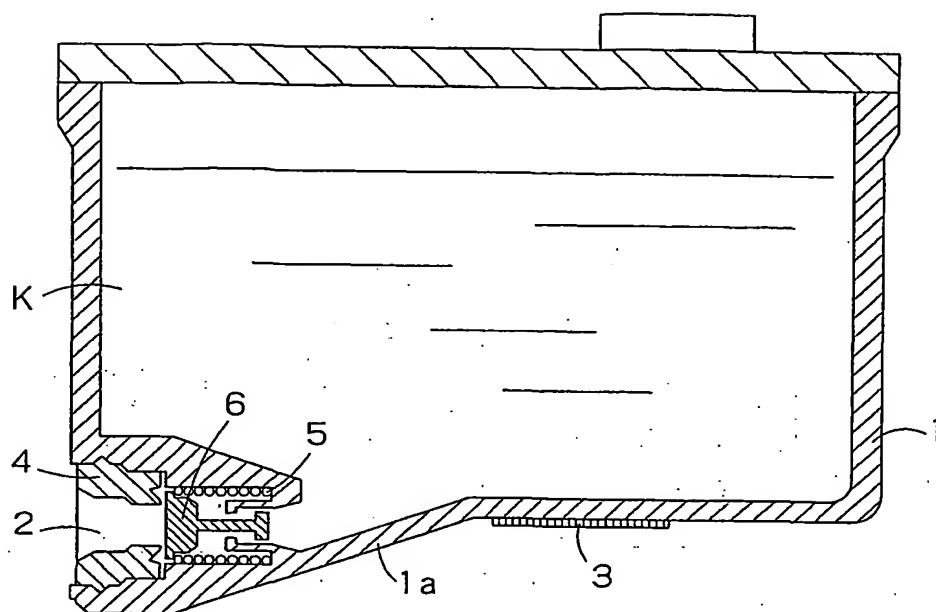


FIG. 1

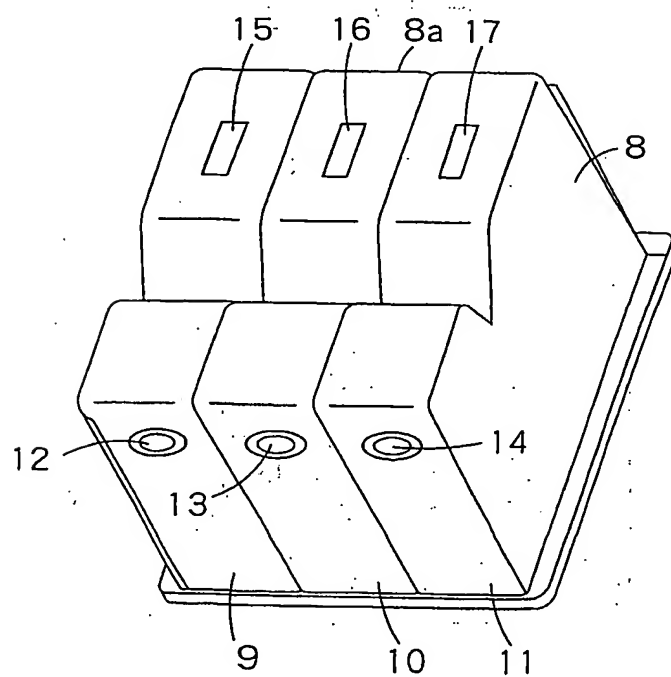


FIG. 2

2 / 31

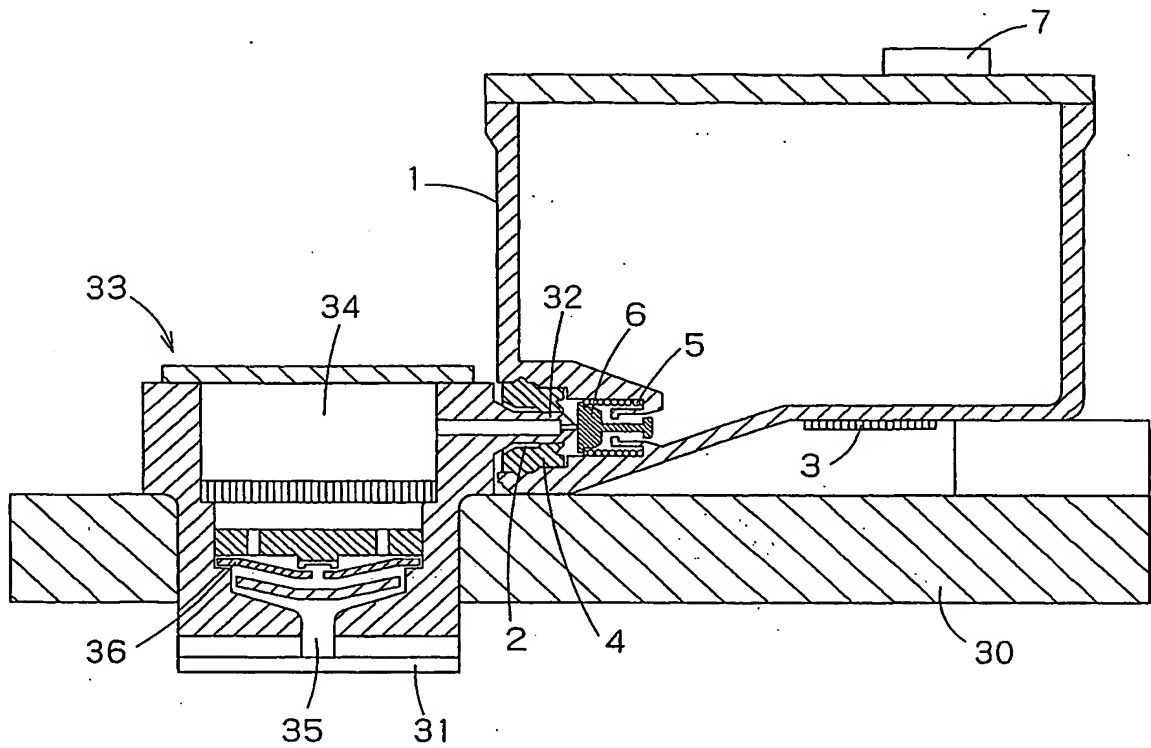


FIG. 3

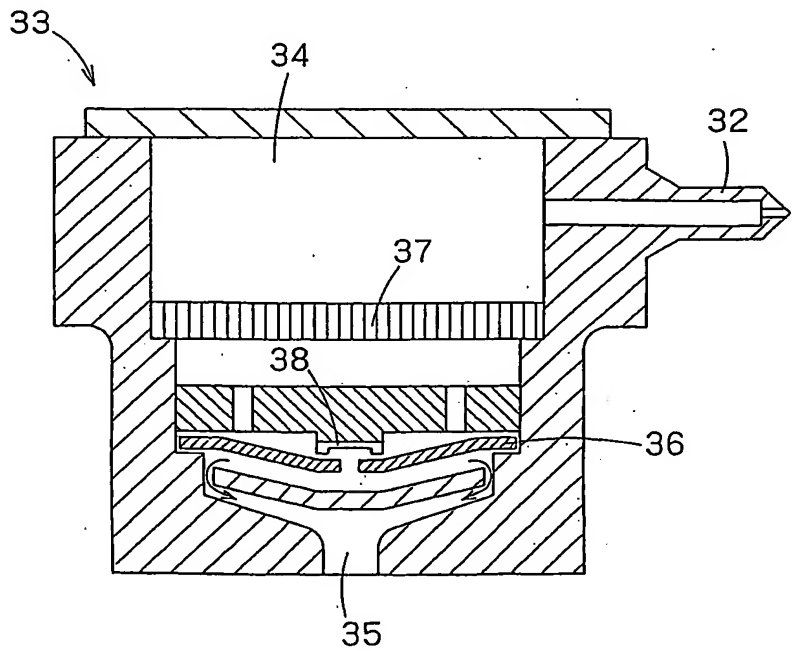


FIG. 4

3 / 31

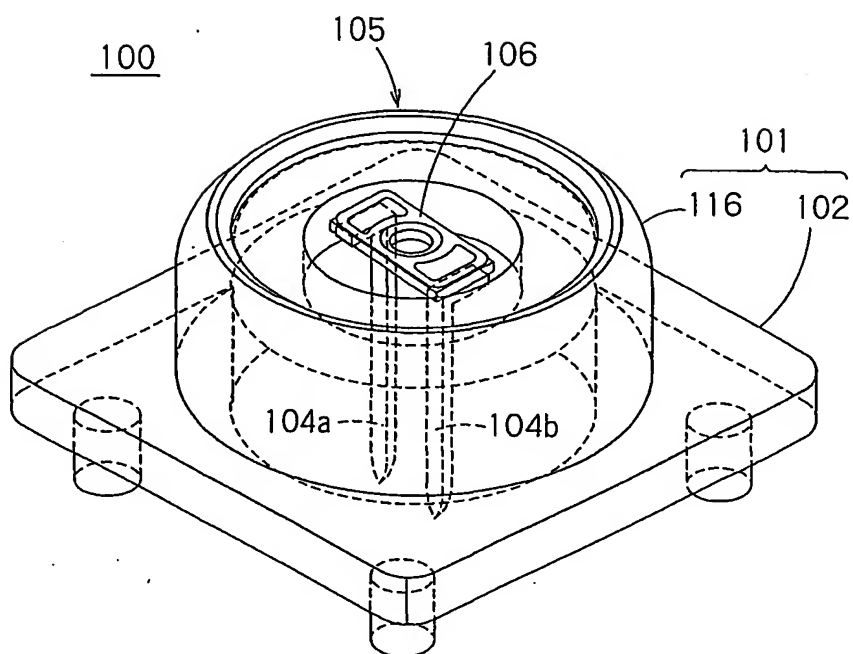


FIG. 5

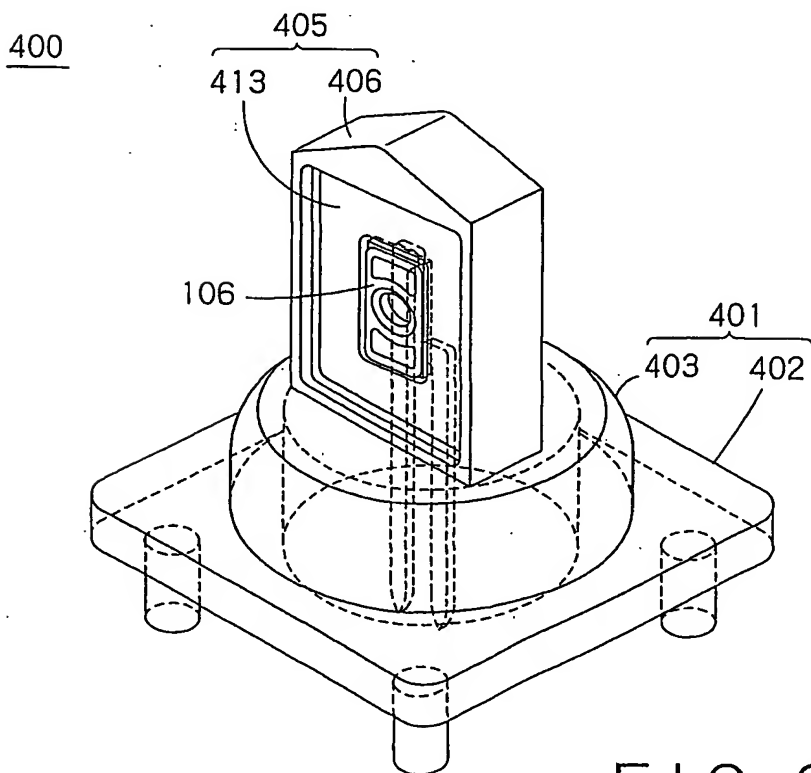


FIG. 6

4 / 31

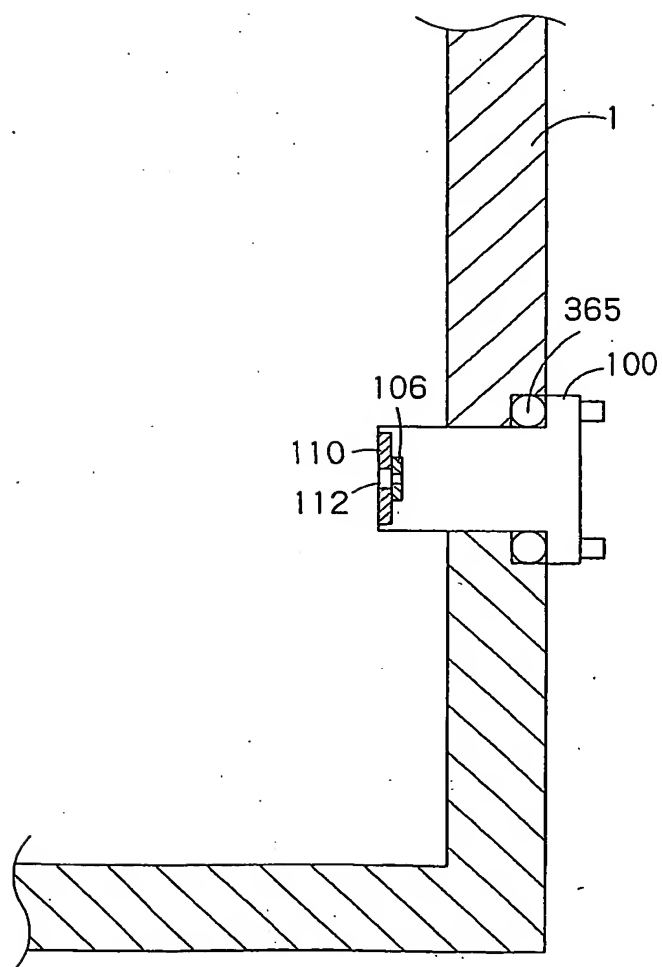


FIG. 7

5 / 31

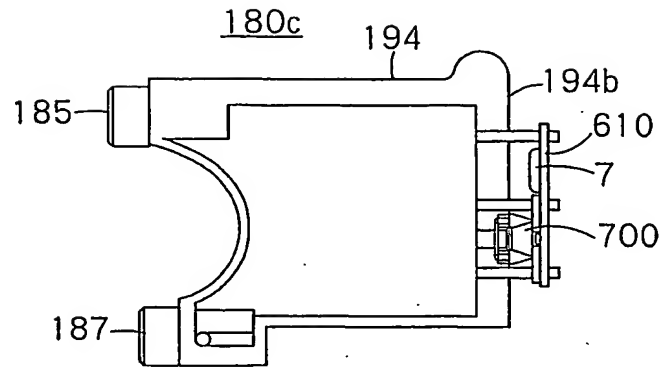


FIG. 8A

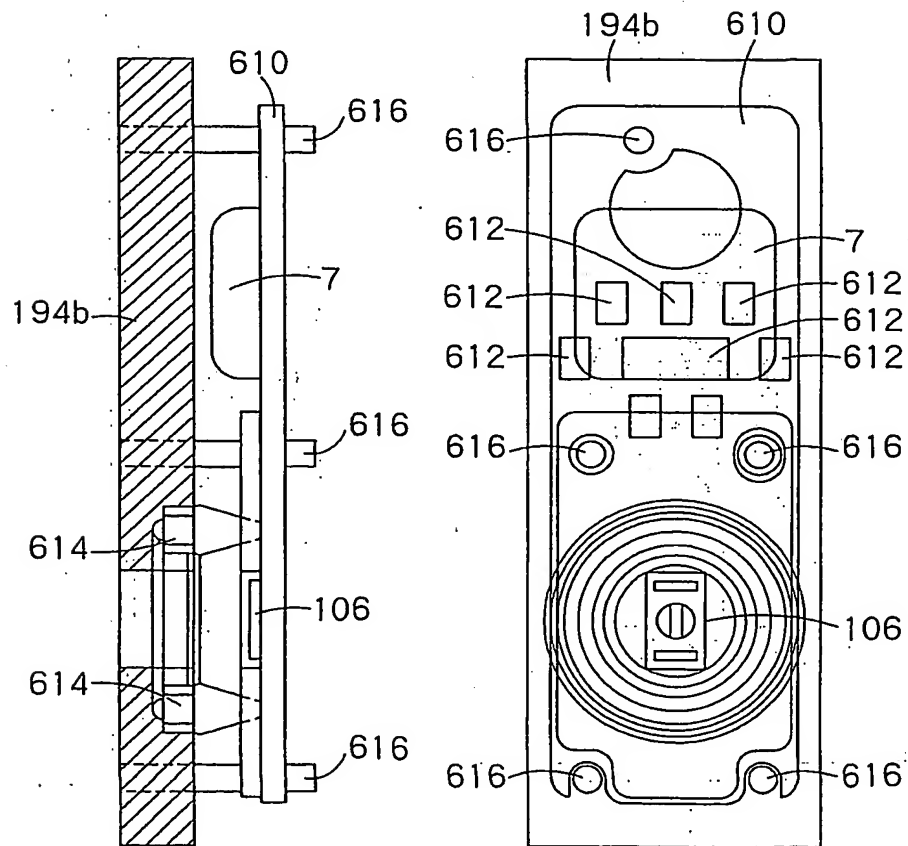


FIG. 8B

FIG. 8C

6 / 31

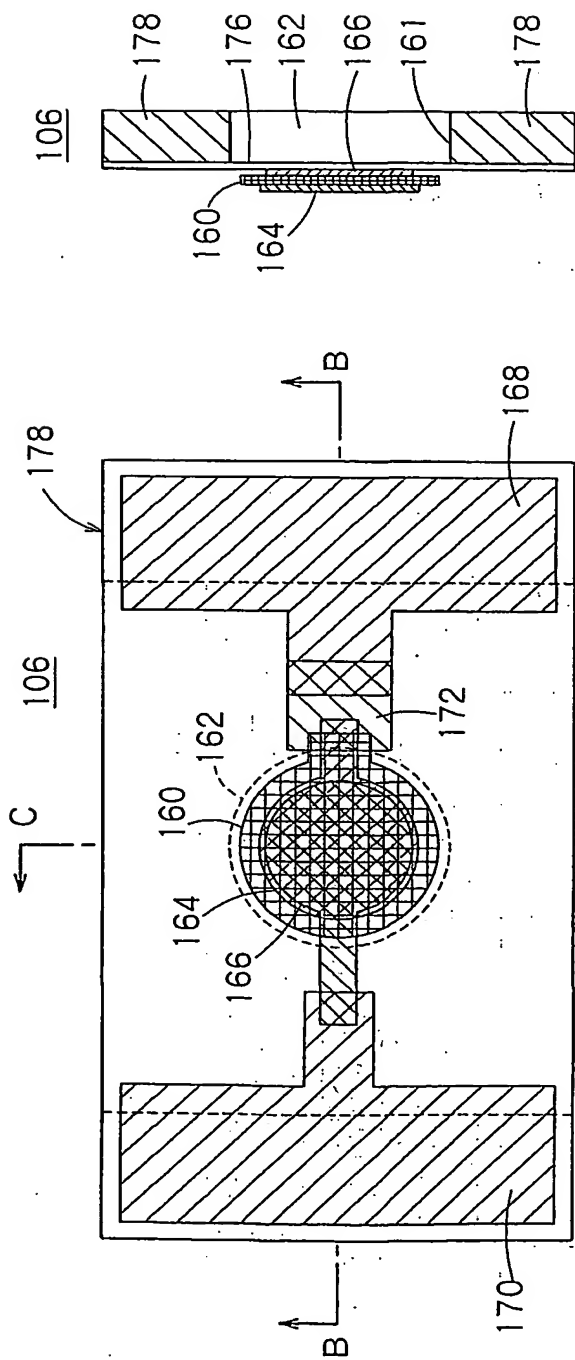


FIG. 9C

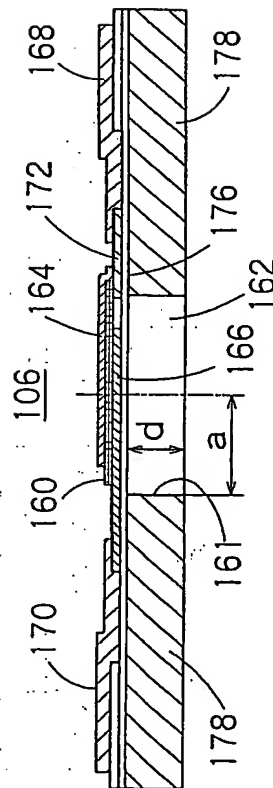


FIG. 9B

7/31

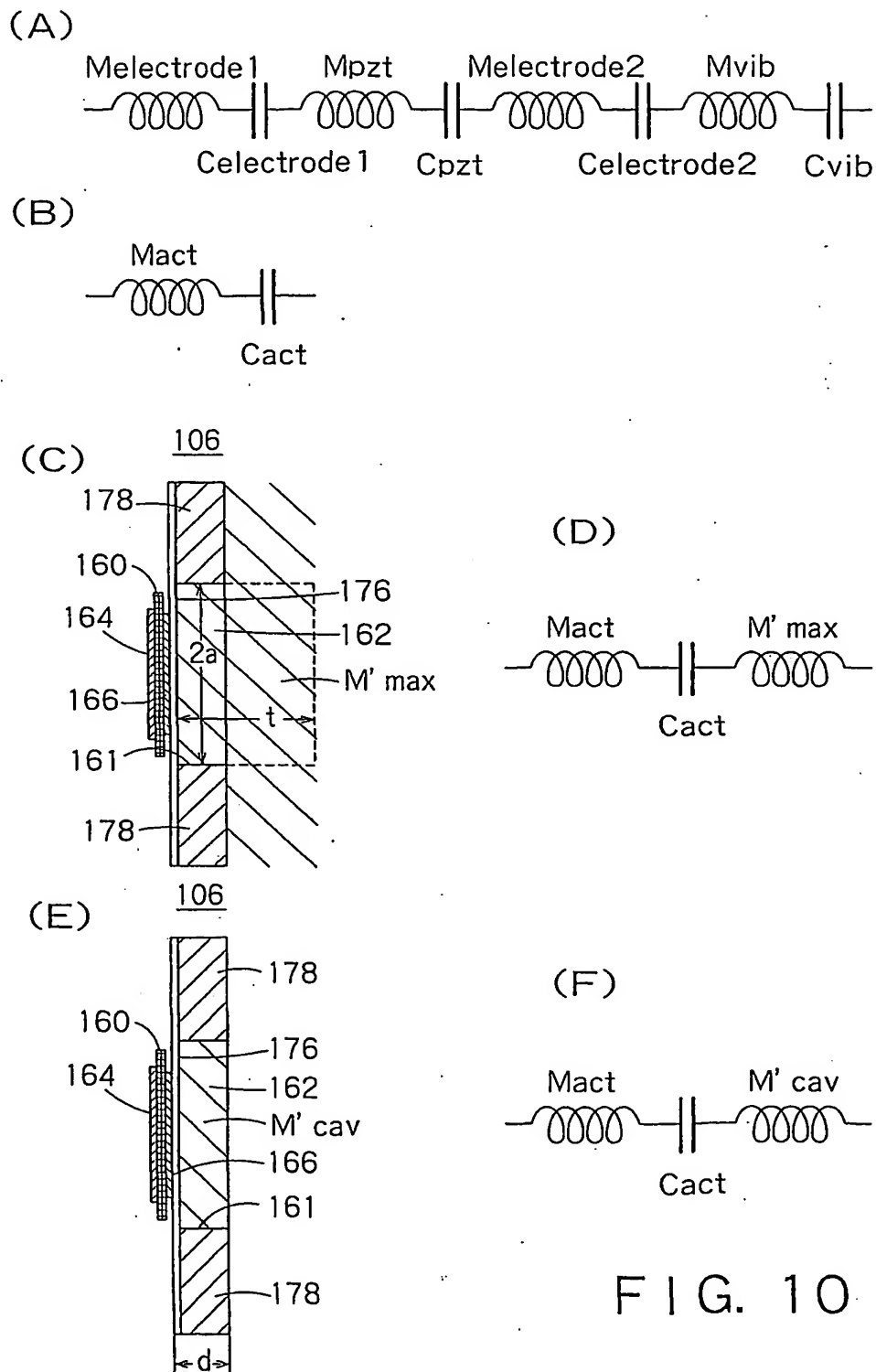


FIG. 10

8/31

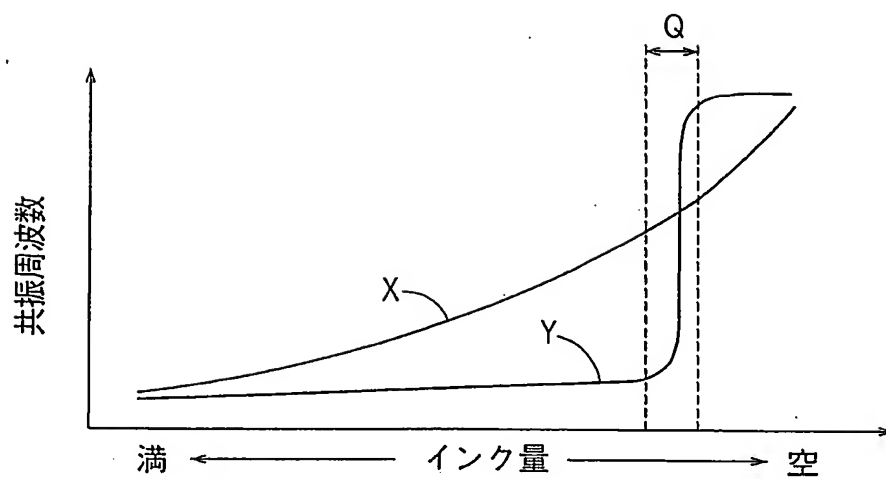


FIG. 11A

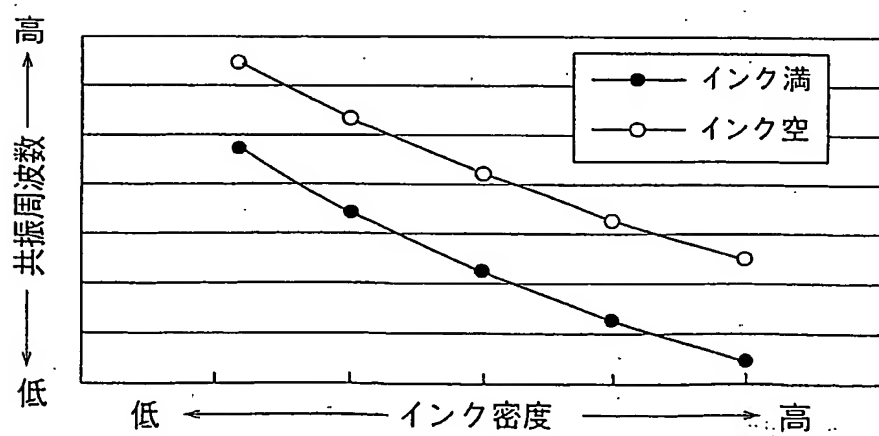


FIG. 11B



9 / 31

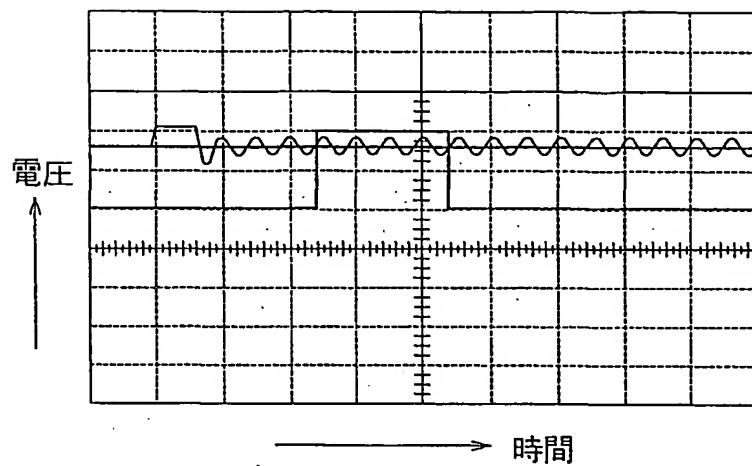


FIG. 12A

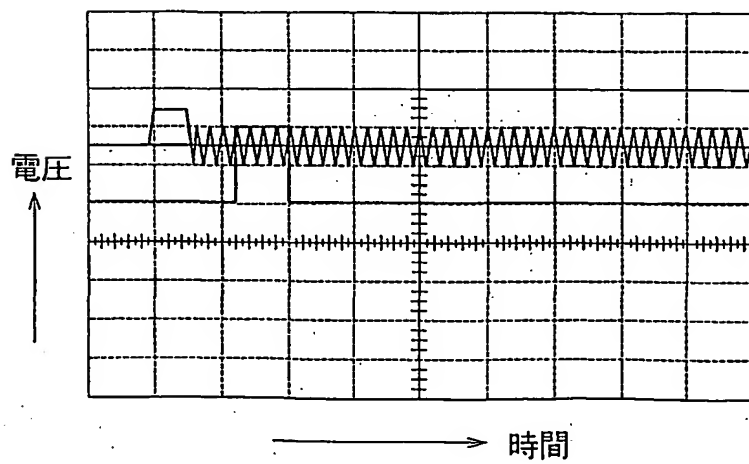


FIG. 12B

10 / 31

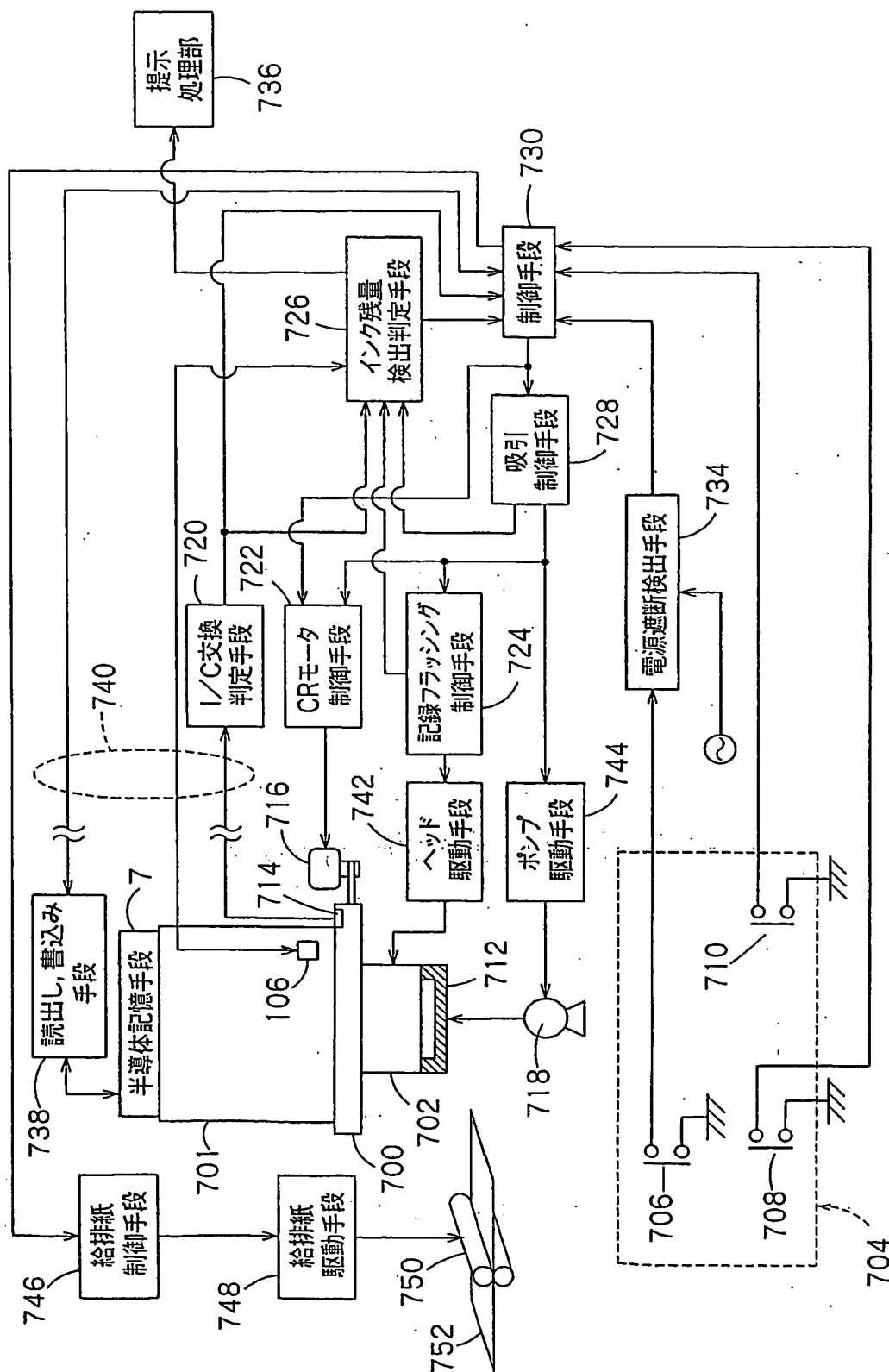


FIG. 13

11 / 31

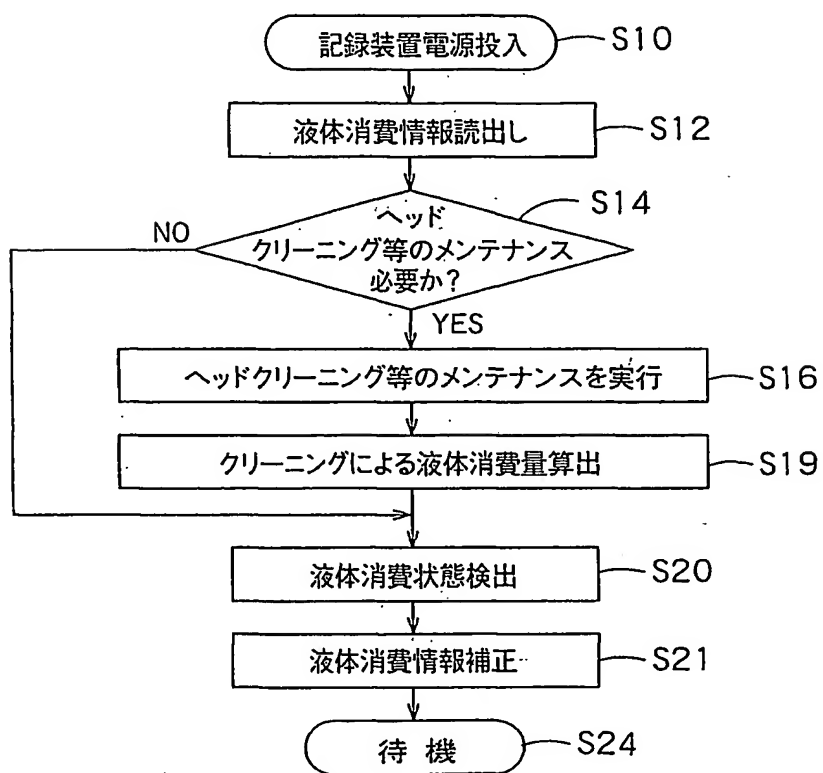
電源投入時の制御手段の処理フロー

FIG. 14

12/31

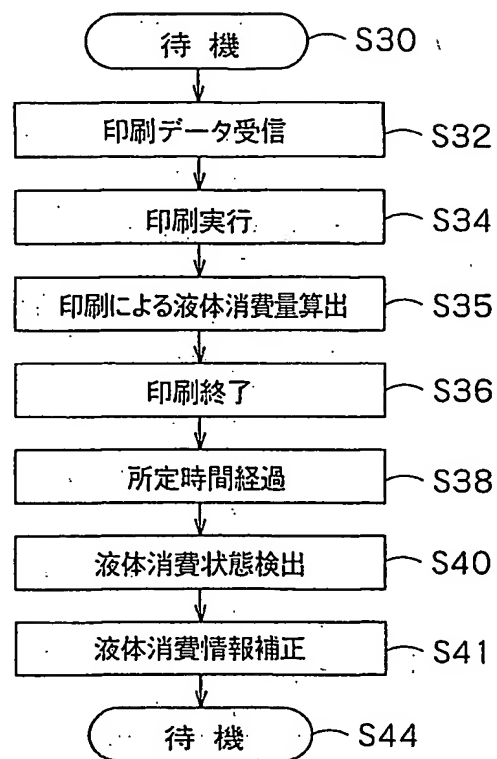
印刷時の制御手段の処理フローS130

FIG. 15

13 / 31

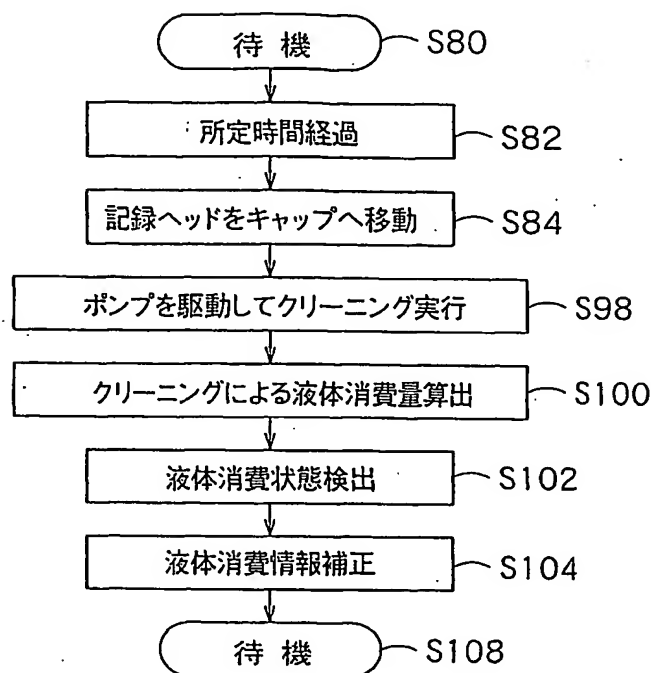
記録ヘッド保守時の制御手段の処理フロー

FIG. 16

14 / 31

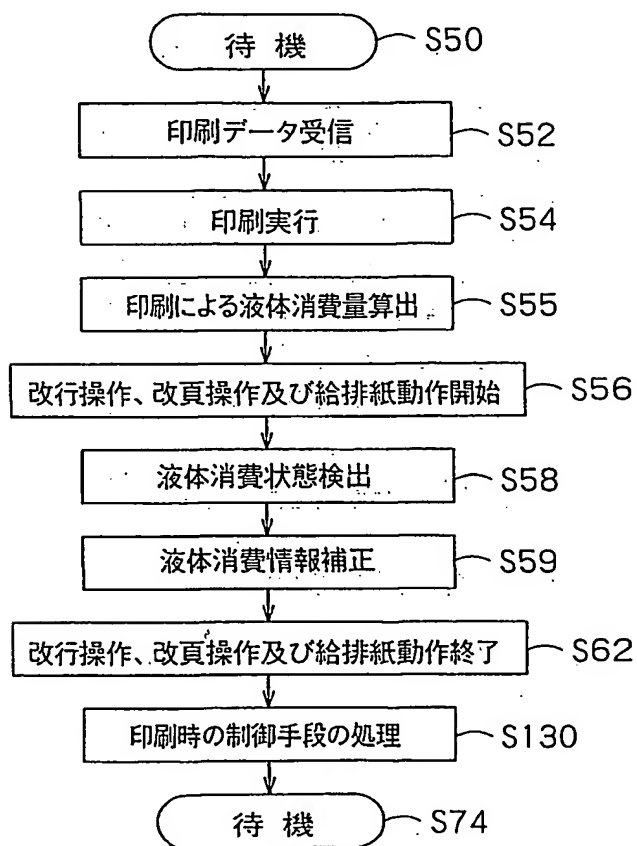
給排紙時の制御手段の処理フロー

FIG. 17

15 / 31

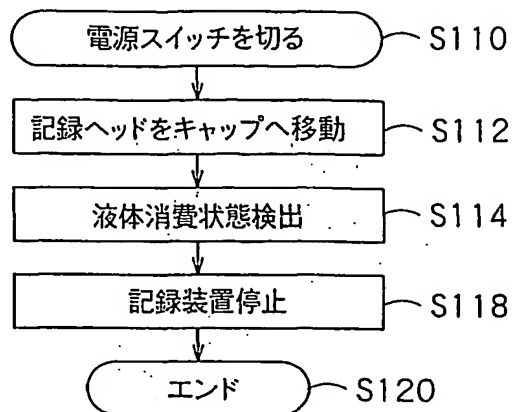
電源オフ時の制御手段の処理フロー

FIG. 18

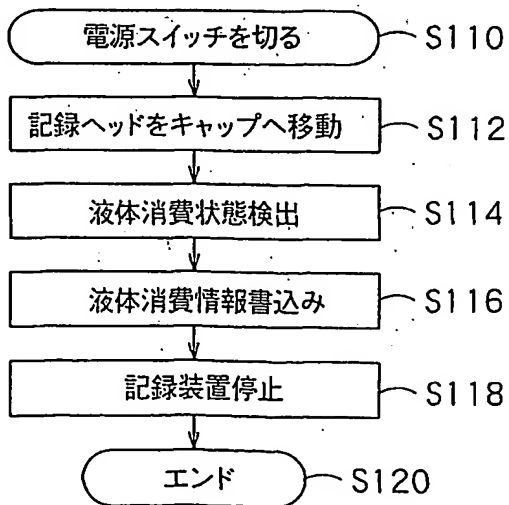
電源オフ時の制御手段の処理フロー

FIG. 19

16 / 31

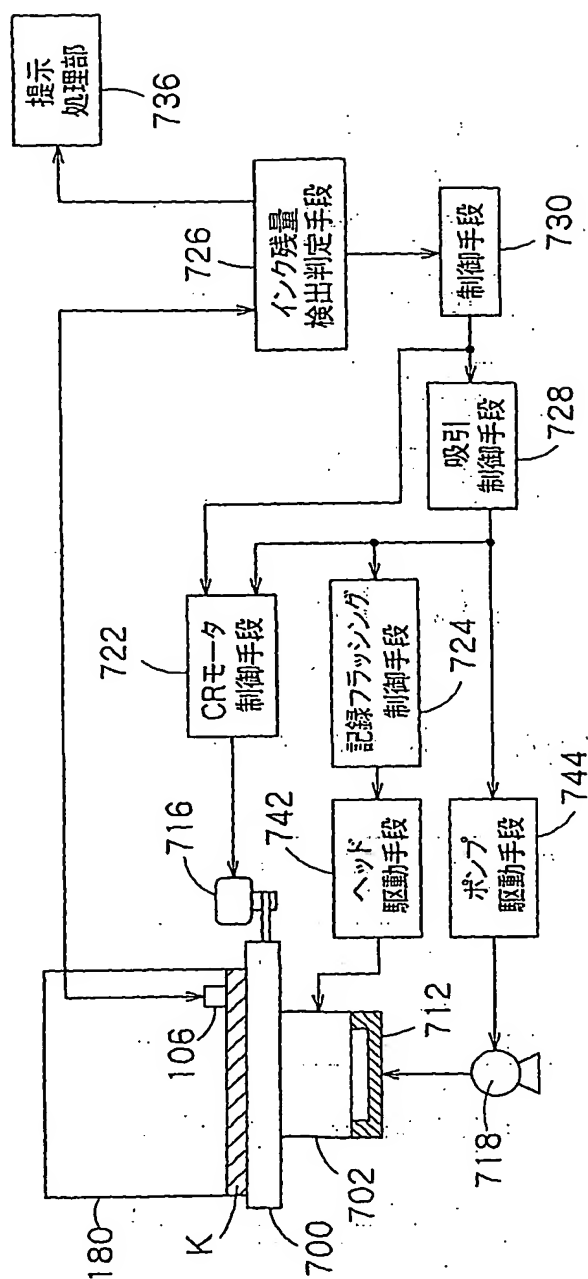


FIG. 20



17/31

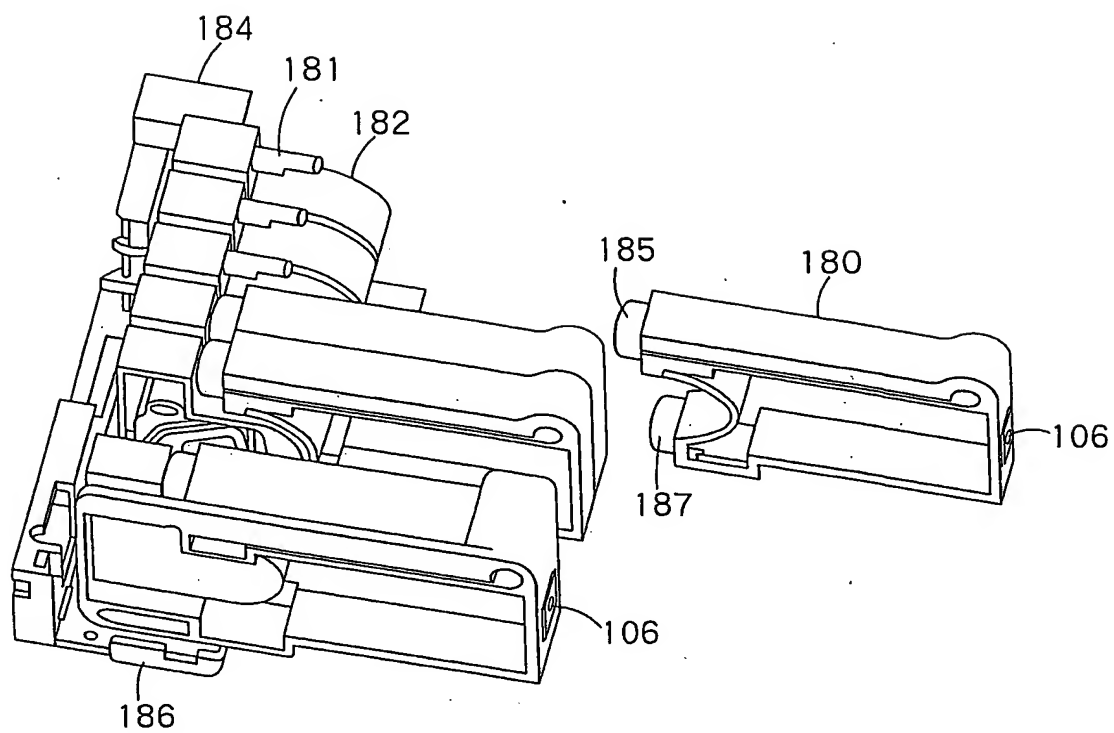


FIG. 21

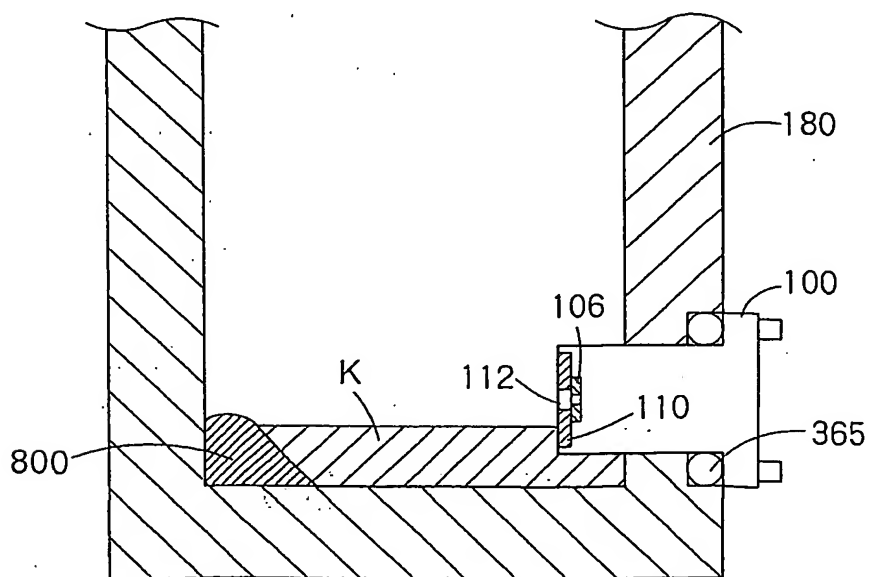


FIG. 22

18/31

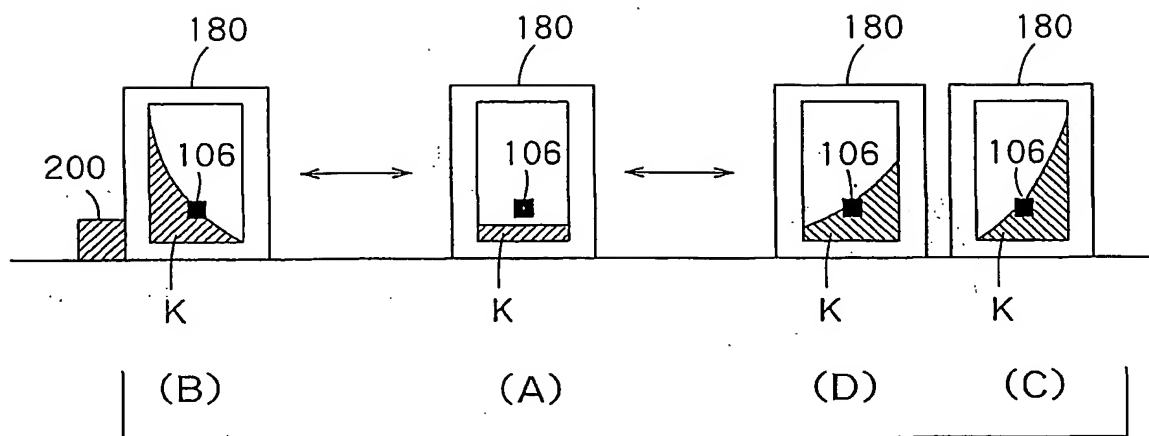


FIG. 23A

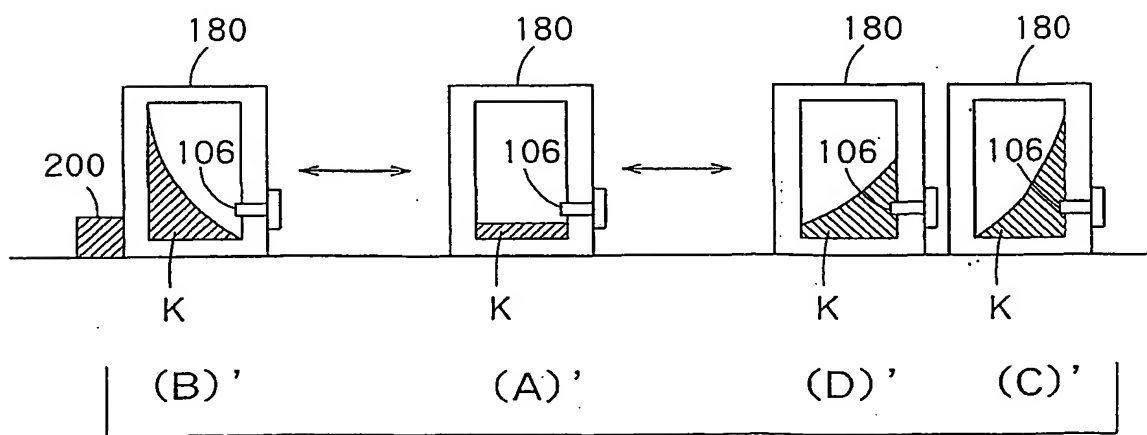


FIG. 23B

19 / 31

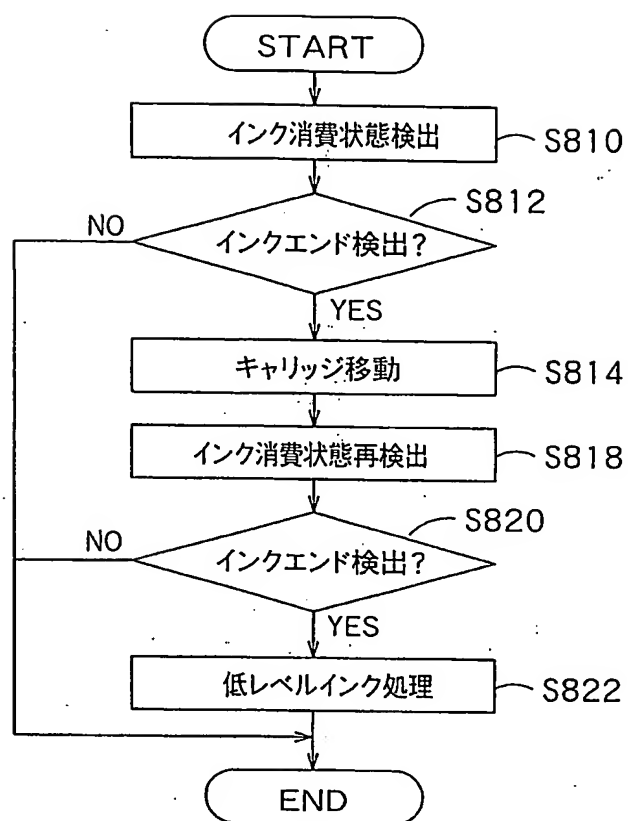


FIG. 24

20 / 31

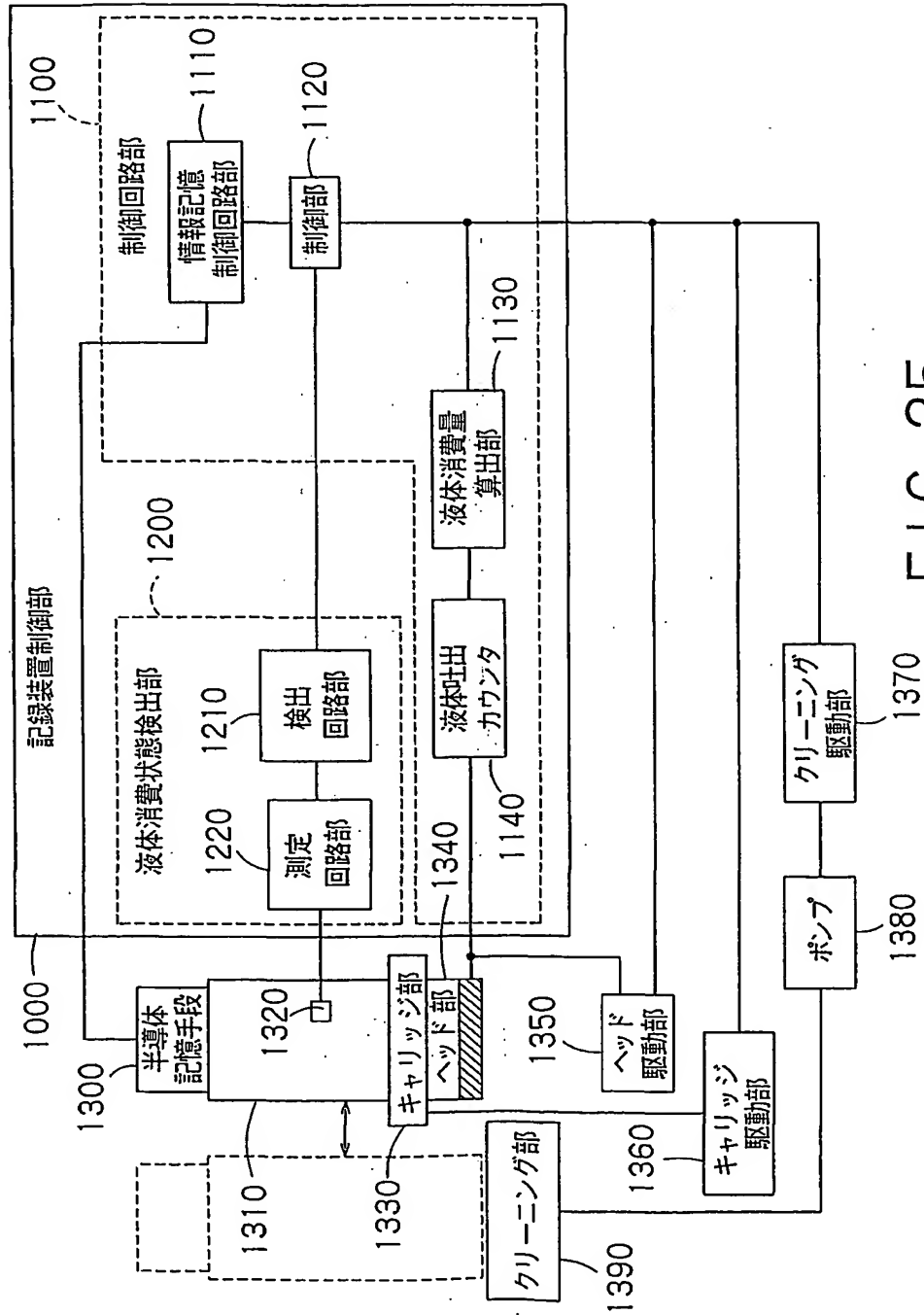


FIG. 25

21 / 31

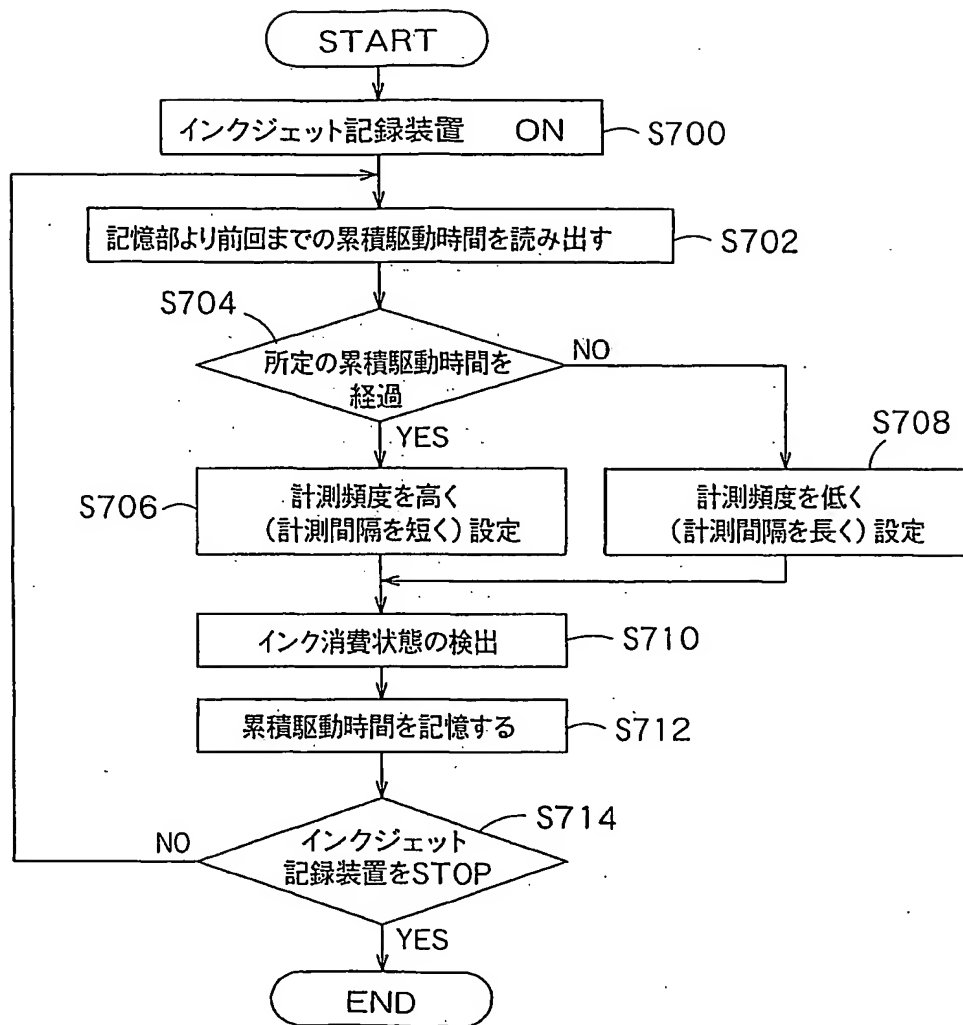


FIG. 26

22 / 31

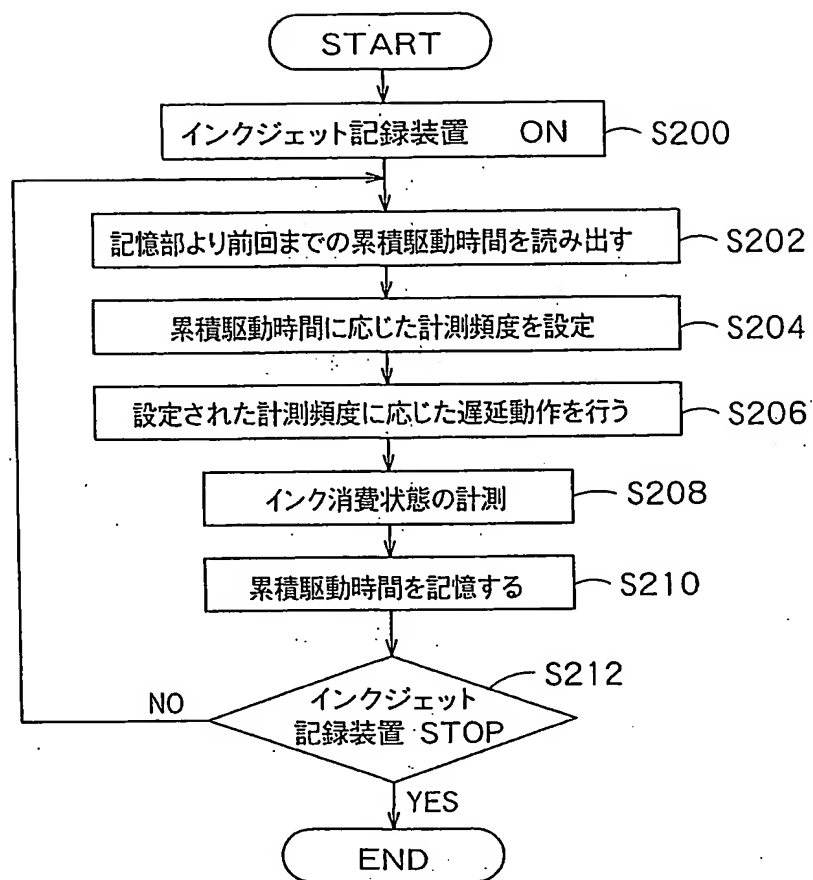


FIG. 27

23 / 31

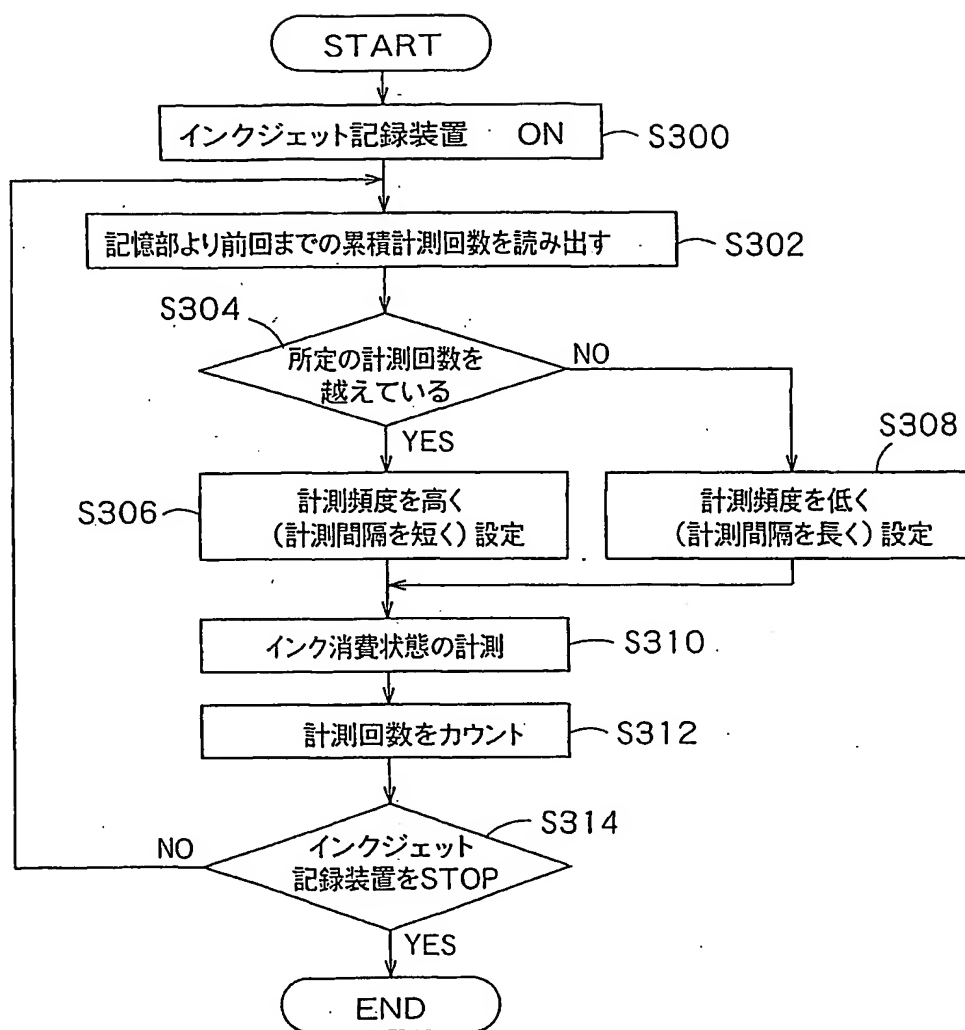


FIG. 28

24 / 31

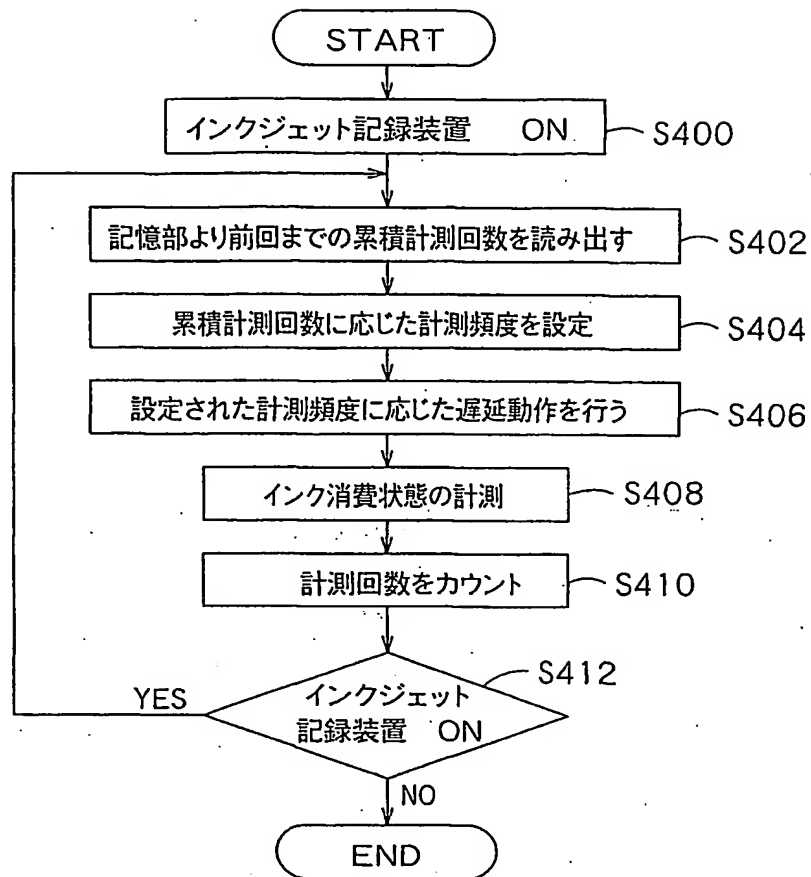


FIG. 29



25 / 31

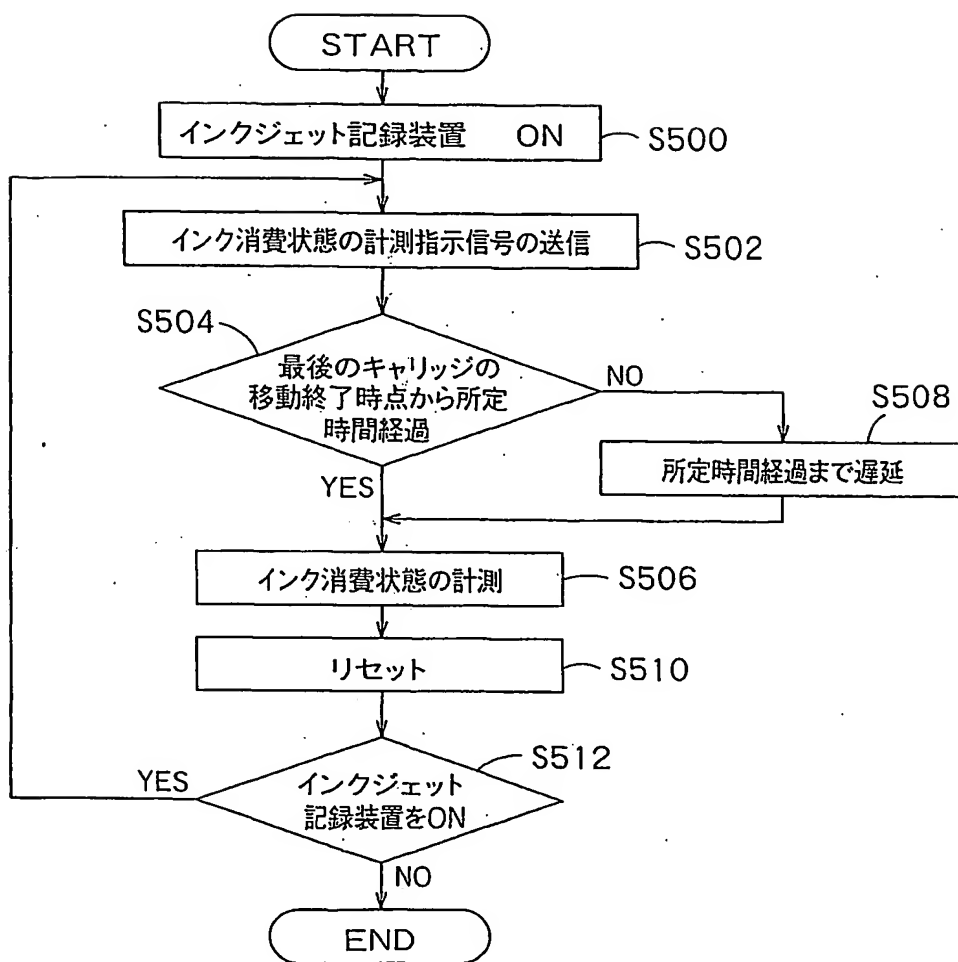


FIG. 30

26 / 31

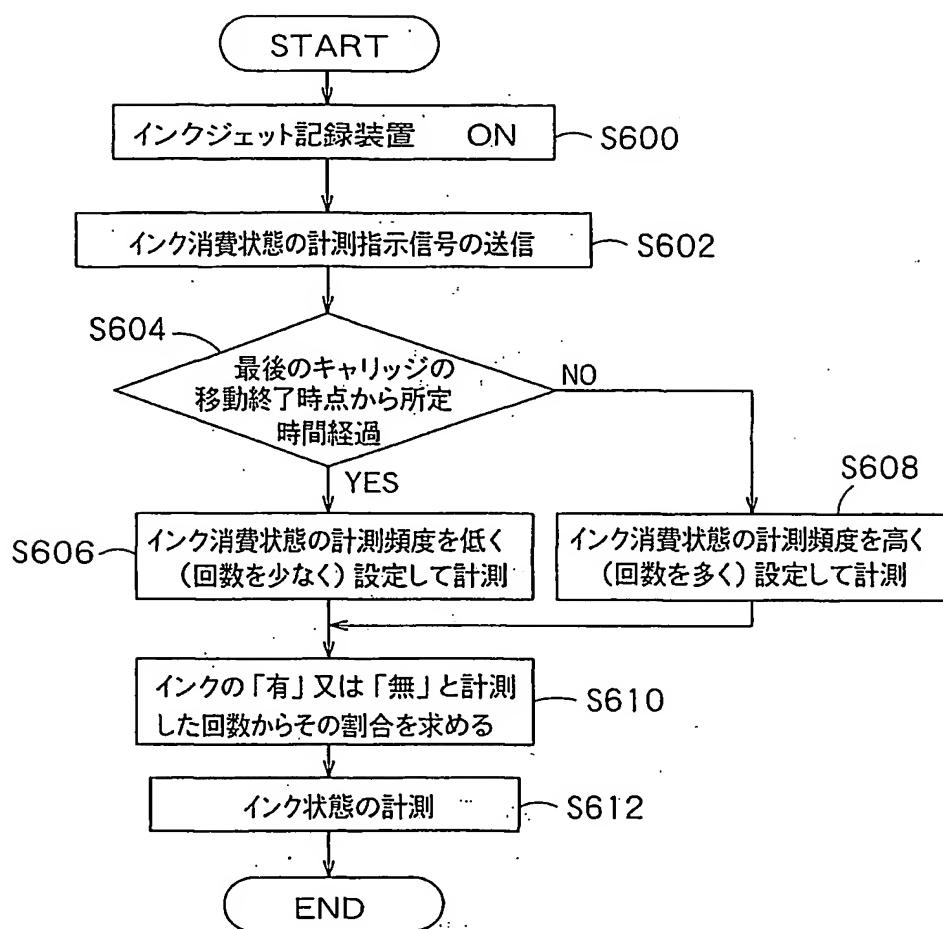


FIG. 31

27 / 31

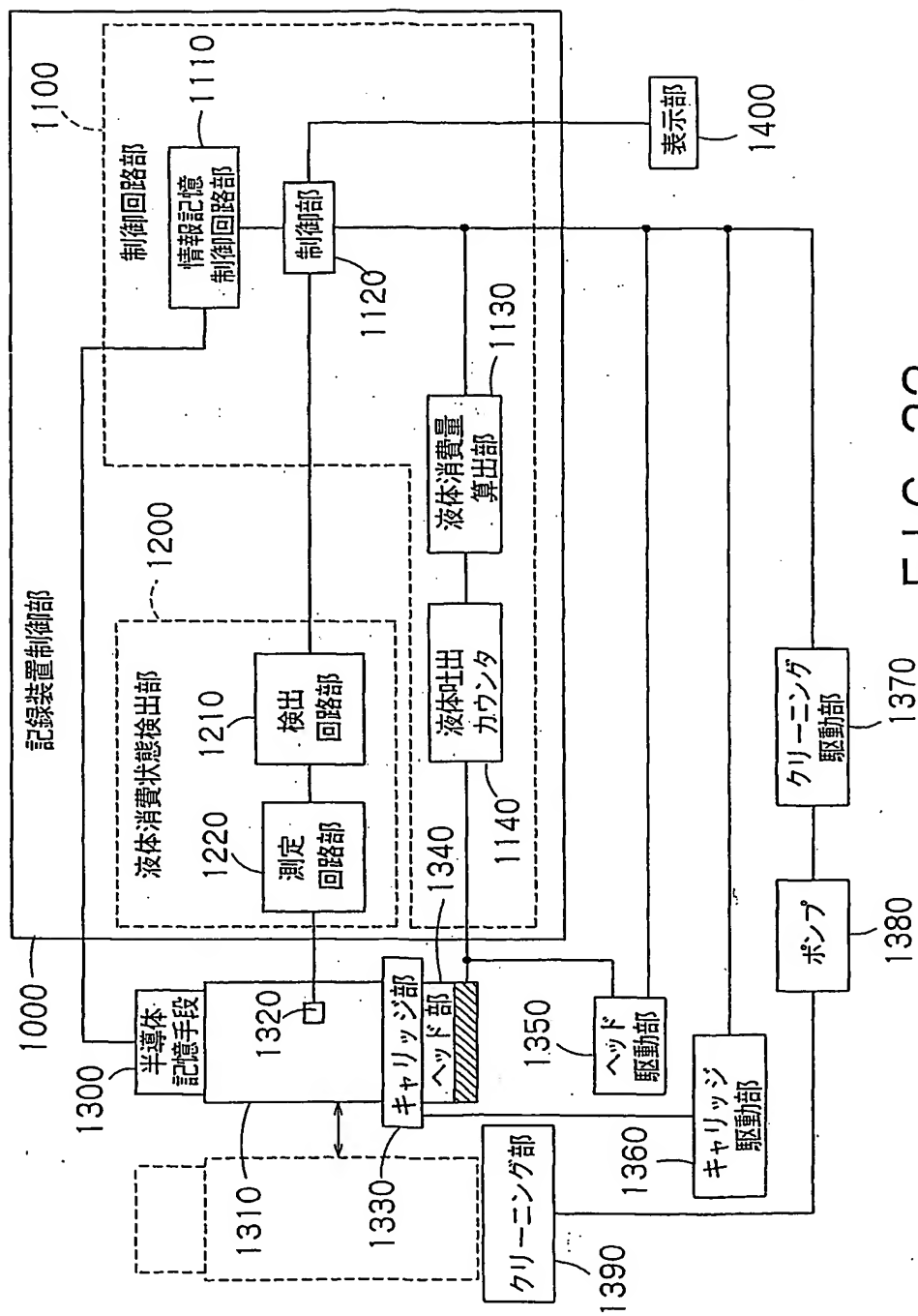


FIG. 32

28 / 31

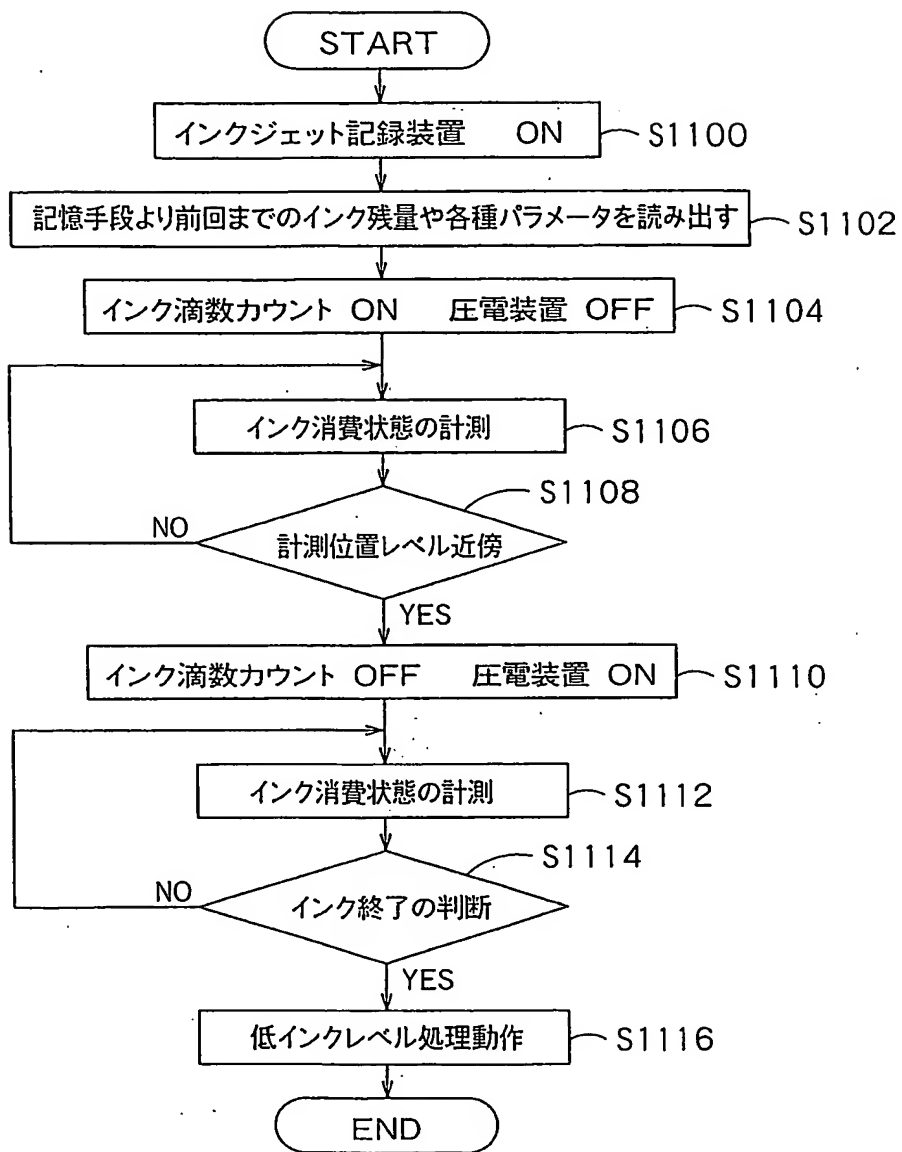


FIG. 33

29 / 31

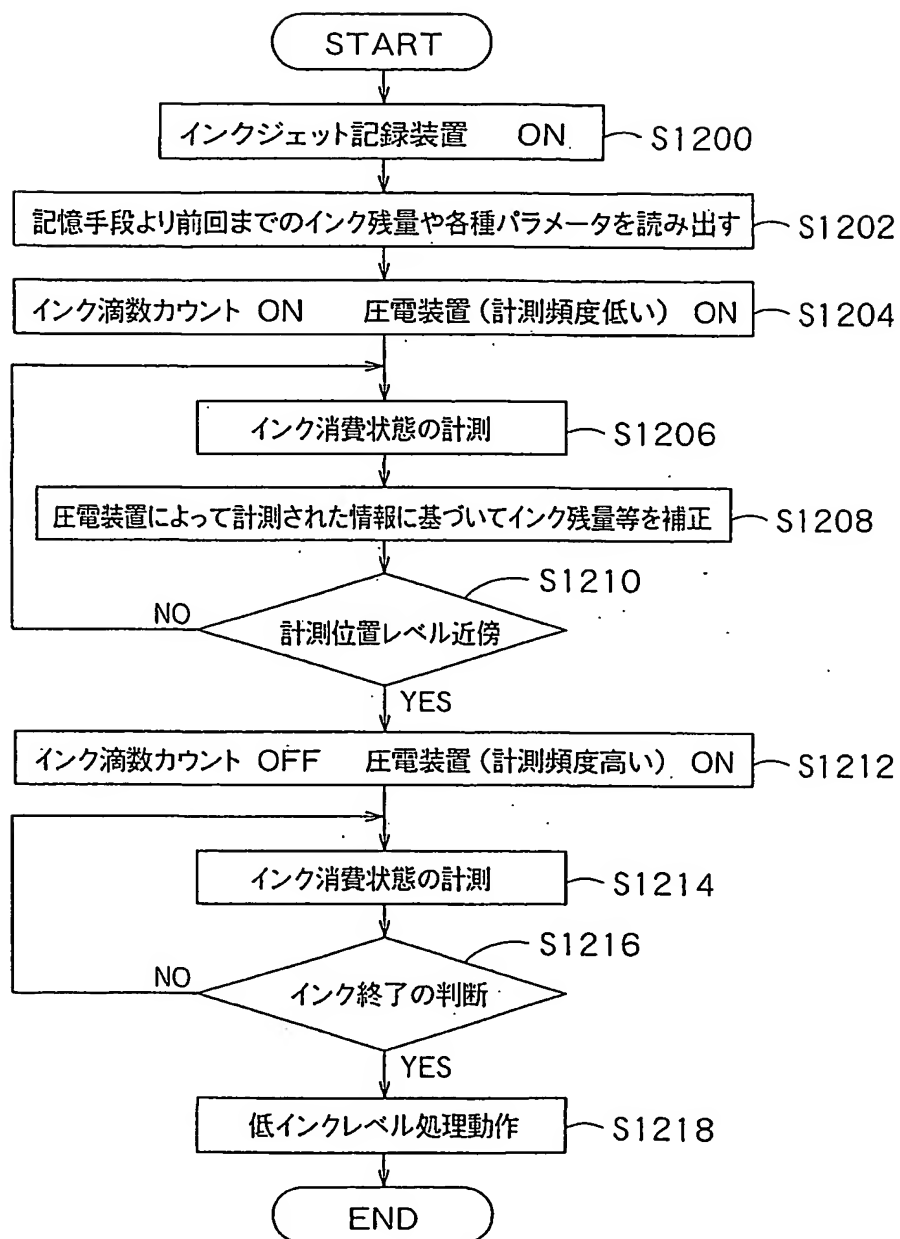


FIG. 34

30 / 31

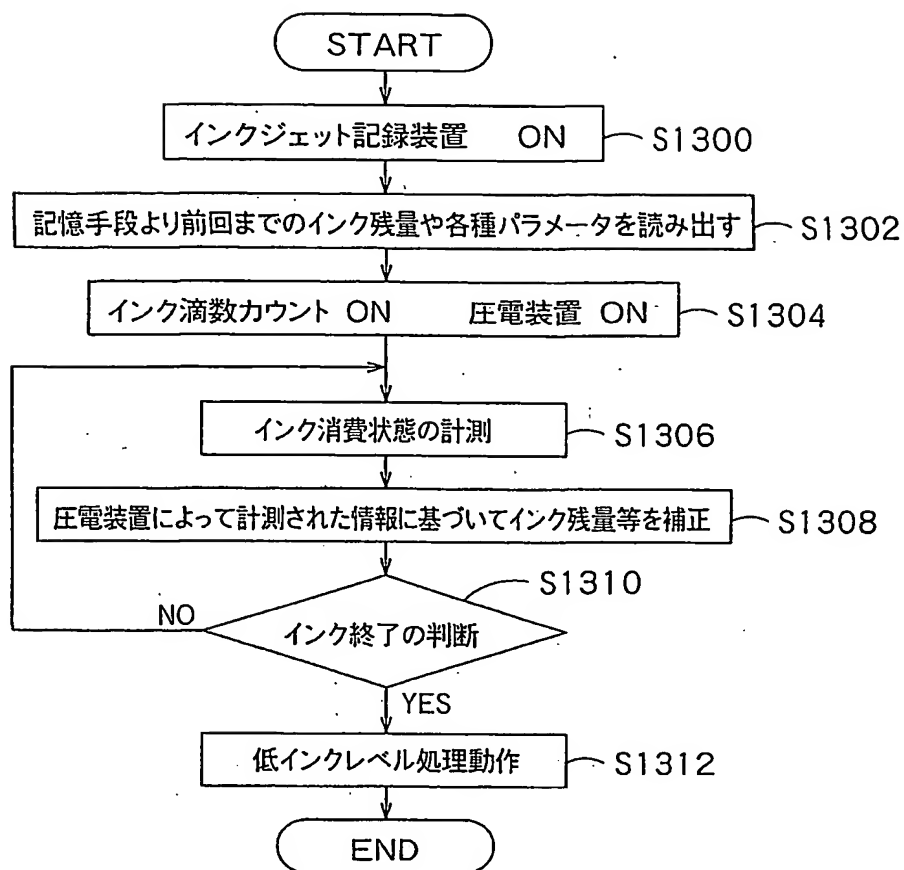


FIG. 35

31 / 31

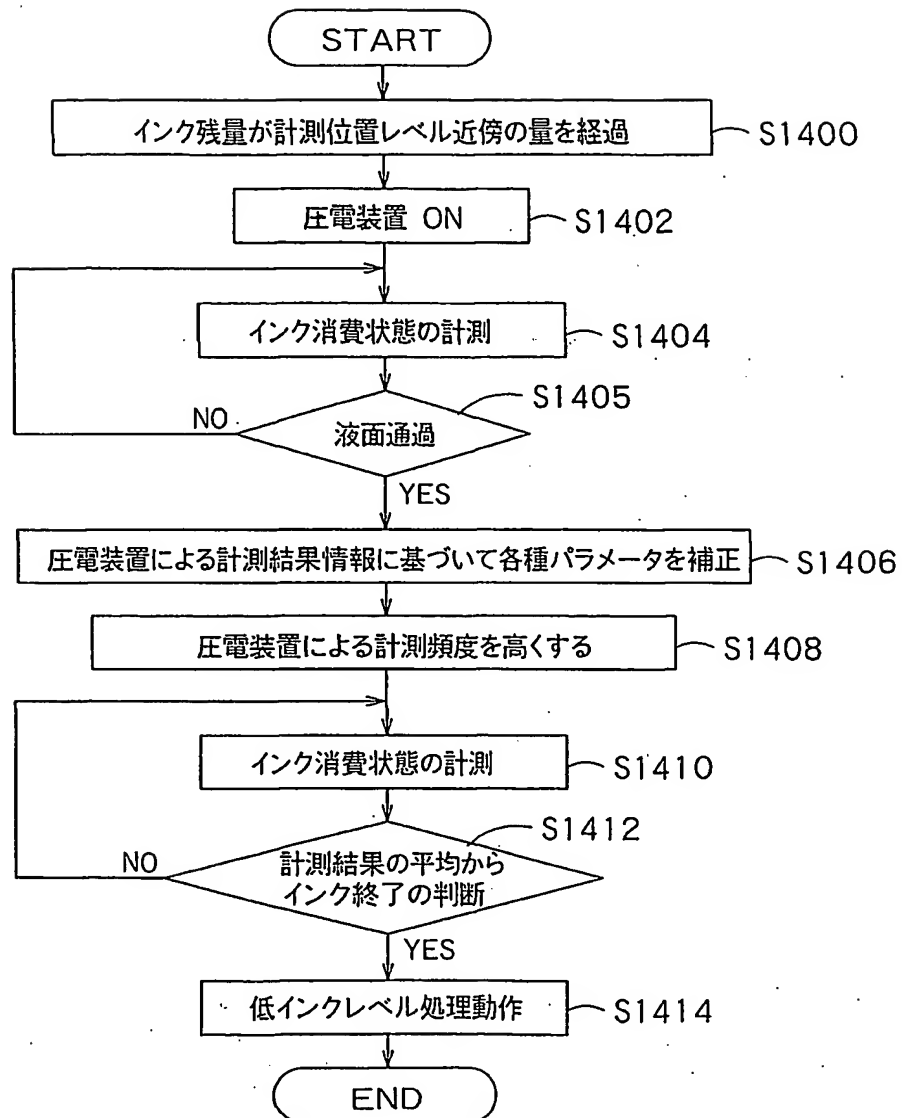


FIG. 36

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04130

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> B41J2/175

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> B41J2/01, 2/175Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 7-137291 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 30 May, 1995 (30.05.95), Full text; Figs. 1 to 11	1, 8, 9, 46-49, 51
Y	Full text; Figs. 1 to 11	2-7, 10-12, 19, 21, 22, 36, 37, 41, 50, 52, 53
A	Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	13-18, 20, 23-35, 38-40, 42-45, 54
X	JP 56-39413 A (Ricoh Company, Ltd.), 15 April, 1981 (15.04.81), Full text; Figs. 1 to 7	1, 8, 46, 47, 51
Y	Full text; Figs. 1 to 7	2-7, 9-12, 19, 21, 22, 36, 37, 41, 48-50, 52, 53

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "B" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 July, 2001 (16.07.01)Date of mailing of the international search report  
31 July, 2001 (31.07.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04130

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	13-18, 20, 23-35, 38-40, 42-45, 54
	JP 5-318757 A (Ricoh Company, Ltd.), 03 December, 1993 (03.12.93),	
X	Full text; Figs. 1 to 16	1, 8, 46, 47
Y	Full text; Figs. 1 to 16	2-7, 9-12, 19, 21, 22, 36, 37, 41, 48-53
A	Full text; Figs. 1 to 16 (Family: none))	13-18, 20, 23-35, 38-40, 42-45, 54
	JP 10-305590 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 17 November, 1998 (17.11.98),	
X	Full text; Figs. 1 to 11	1, 46
Y	Full text; Figs. 1 to 11	2-12, 19, 21, 22, 36, 37, 41, 47-53
A	Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	13-18, 20, 23-35, 38-40, 42-45, 54
Y	JP 10-323997 A (Canon Inc.), 08 December, 1998 (08.12.98), Full text; Figs. 1 to 14 (Family: none)	2, 4, 5, 22, 37, 41
Y	JP 4-234670 A (Seiko Epson Corporation), 24 August, 1992 (24.08.92), Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none)	3
Y	JP 11-277760 A (Brother Industries, Ltd.), 12 October, 1999 (12.10.99), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	6, 7, 11, 52, 53
Y	JP 11-10909 A (Canon Inc.), 19 January, 1999 (19.01.99), Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none)	12, 19, 21, 53
Y	JP 62-184856 A (Canon Inc.), 13 August, 1987 (13.08.87), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	10, 36, 49, 50

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B41J2/175

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B41J2/01, 2/175

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 7-137291 A (シチズン時計株式会社) 30. 5月. 1995 (30. 05. 95) 全文, 第1-11図	1, 8, 9, 46-49, 51
Y	全文, 第1-11図	2-7, 10-12, 19, 21, 22, 36, 37, 41, 50, 52, 53
A	全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	13-18, 20, 23- 35, 38-40, 42-

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 07. 01

国際調査報告の発送日

31.07.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

尾崎 俊彦

2P

9110

電話番号 03-3581-1101 内線 3260

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
		45, 54
	JP 56-39413 A (株式会社リコー) 15. 4月. 1981 (15. 04. 81)	
X	全文, 第1-7図	1, 8, 46, 47, 51
Y	全文, 第1-7図	2-7, 9-12, 19, 21, 22, 36, 37, 41, 48-50, 52, 53
A	全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	13-18, 20, 23- 35, 38-40, 42- 45, 54
	JP 5-318757 A (株式会社リコー) 3. 12月. 1993 (03. 12. 93)	
X	全文, 第1-16図	1, 8, 46, 47
Y	全文, 第1-16図	2-7, 9-12, 19, 21, 22, 36, 37, 41, 48-53
A	全文, 第1-16図 (ファミリーなし)	13-18, 20, 23- 35, 38-40, 42- 45, 54
	JP 10-305590 A (松下電器産業株式会社) 17. 11月. 1998 (17. 11. 98)	
X	全文, 第1-11図	1, 46
Y	全文, 第1-11図	2-12, 19, 21, 22, 36, 37, 41, 47-53
A	全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	13-18, 20, 23- 35, 38-40, 42- 45, 54
Y	JP 10-323997 A (キヤノン株式会社) 8. 12月. 1998 (08. 12. 98) 全文, 第1-14図 (ファミリーなし)	2, 4, 5, 22, 37, 41
Y	JP 4-234670 A (セイコーエプソン株式会社) 24. 8月. 1992 (24. 08. 92) 全文, 第1-10図 (ファミリーなし)	3

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-277760 A (ブラザー工業株式会社) 12. 10月. 1999 (12. 10. 99) 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	6, 7, 11, 52, 53
Y	JP 11-10909 A (キヤノン株式会社) 19. 1月. 1999 (19. 01. 99) 全文, 第1-10図 (ファミリーなし)	12, 19, 21, 53
Y	JP 62-184856 A (キヤノン株式会社) 13. 8月. 1987 (13. 08. 87) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	10, 36, 49, 50

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**